

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

**ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE  
*DELPHINIUM*, VARIEDAD SEA WALTZ, CON LA APLICACIÓN DE  
MICROORGANISMOS BENÉFICOS (*Trichoderma harzianum*,  
*Gliricium spp*, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum spp.* y  
*Azotobacter spp.*) BAJO CONDICIONES DE CAMPO,  
CUSUBAMBA - 2008**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**ERIKA DEL CARMEN WALSH MEZA**

**Email: [eriwalsh@hotmail.es](mailto:eriwalsh@hotmail.es)**

**DIRECTOR: MIC. PABLO EDUARDO SERRANO SANTACRUZ**

**Email: [pabloe.serrano75@yahoo.com.es](mailto:pabloe.serrano75@yahoo.com.es)**

**QUITO, FEBRERO 2010**

© Escuela Politécnica Nacional (2010)

Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo Erika del Carmen Walsh Meza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Erika del Carmen Walsh Meza

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Erika del Carmen Walsh Meza, bajo nuestra supervisión.

---

MIC. PABLO SERRANO  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

ING. NEYDA ESPÍN  
CODIRECTORA DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis queridos amigos Juan Jácome y María Elisa Nieto, por su amistad desinteresada y apoyo en este proyecto.

A SAVISA S.A, en especial al Ing. Tito Fandiño, al Agrónomo Leónidas Morales, al Ing. Fidel Naranjo y a todo el personal administrativo de esta prestigiosa empresa, por darme la oportunidad de realizar el proyecto de titulación dentro de sus instalaciones y por el respaldo brindado durante el transcurso del mismo.

Al Mic. Pablo Serrano, por su sincera confianza, dedicación y guía permanente en el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. José Velásquez y la Ing. Neyda Espín, por los consejos y la entereza que han tenido para conmigo antes y durante la realización de este proyecto.

A todos aquellos que hicieron posible este objetivo de mi vida y estuvieron ofreciéndome su respaldo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis queridos amigos Juan Jácome y María Elisa Nieto, por su amistad desinteresada y apoyo en este proyecto.

A SAVISA S.A, en especial al Ing. Tito Fandiño, al Agrónomo Leónidas Morales, al Ing. Fidel Naranjo y a todo el personal administrativo de esta prestigiosa empresa, por darme la oportunidad de realizar el proyecto de titulación dentro de sus instalaciones y por el respaldo brindado durante el transcurso del mismo.

Al Mic. Pablo Serrano, por su sincera confianza, dedicación y guía permanente en el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. José Velásquez y la Ing. Neyda Espín, por los consejos y la entereza que han tenido para conmigo antes y durante la realización de este proyecto.

A todos aquellos que hicieron posible este objetivo de mi vida y estuvieron ofreciéndome su respaldo incondicional.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiii</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>xv</b>
<b>1. PARTE TEÓRICA</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades e importancia del cultivo	1
1.2. Generalidades de los microorganismos benéficos	4
1.2.1. <i>Trichoderma harzianum</i>	9
1.2.2. <i>Gliocladium</i> spp	13
1.2.3. <i>Bacillus subtilis</i>	15
1.2.4. <i>Azospirillum</i> spp	17
1.2.5. <i>Azotobacter</i> spp	20
1.3. Importancia de las certificaciones orgánicas	23
1.3.1. El servicio de la certificación orgánica en el Ecuador	26
<b>2. PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>28</b>
2.1. Materiales	
2.1.1. Localización	28
2.1.2. Características del campo experimental	28
2.1.3. Características agroclimáticas	29
2.1.4. Cultivo	29
2.1.5. Sustrato de materia orgánica	29
2.1.6. Instrumentos	30
2.2. Análisis inicial del suelo	30
2.3. Labores culturales	31
2.3.1. Preparación del terreno	31
2.3.2. Escarificación	31
2.3.3. Conteo de plantas	31
2.3.4. Poda	31
2.3.5. Fertilizantes	32
2.3.6. Tutorio y deshierba	32
2.3.7. Desbrote	32
2.3.8. Cosecha	32
2.4. Diseño experimental	33
2.4.1. Factores en estudio	33
2.4.1.1. Hongos	33

2.4.1.2. Bacterias	33
2.4.2. Tratamientos	33
2.4.3. Análisis estadístico	34
2.4.4. Análisis funcional	34
2.5. Estudio del efecto de los microorganismos benéficos en la productividad del cultivo	35
2.5.1. Hongos	35
2.5.2. Bacterias	35
2.5.3. Aplicación en campo	36
2.6. Evaluación de las 7 variables propuestas por la empresa para las plantas en cada tratamiento	36
2.6.1. Tamaño del tallo	37
2.6.2. Tamaño de la espiga	37
2.6.3. Grosor del tallo	37
2.6.4. Número de rebrotes por planta	37
2.6.5. Tamaño de las raíces	37
2.6.6. Ciclo de producción	38
2.6.7. Porcentaje de mortalidad de plantas	38
2.7. Análisis final del suelo	38
2.8. Análisis financiero	38
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>39</b>
3.1. Tamaño del tallo	39
3.2. Tamaño de la espiga	42
3.3. Grosor del tallo	46
3.4. Número de rebrotes por planta	49
3.5. Tamaño de las raíces	52
3.6. Ciclo de producción	55
3.7. Porcentaje de mortalidad de plantas	58
3.8. Análisis general del suelo	61
3.9. Análisis microbiológico del suelo	62
3.9.1. Muestra inicial del suelo	62
3.9.2. Variable tamaño del tallo	63
3.9.3. Variable tamaño de la espiga	64
3.9.4. Variable grosor del tallo	65



3.9.5. Variable ciclo de producción	65
3.10. Análisis financiero	66
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
4.1. Conclusiones	71
4.2. Recomendaciones	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
<b>Tabla 1:</b> Distintas presentaciones de la variedad Sea Waltz, para su comercialización, en función de la longitud de tallo.	3
<b>Tabla 2:</b> Mecanismos de acción directa de las PGPRs.	7
<b>Tabla 3:</b> Hongos controlados por <i>Trichoderma</i> spp.	12
<b>Tabla 4:</b> Cantidades de sustrato de materia orgánica utilizada en el lote de ensayo y en una hectárea.	29
<b>Tabla 5:</b> Descripción de los tratamientos empleados en el estudio.	34
<b>Tabla 6:</b> Esquema del análisis de varianza (ADEVA).	34
<b>Tabla 7:</b> Población UFC/CC de los microorganismos, cantidad empleada por tratamiento y la presentación en sustrato.	36
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza para la variable tamaño del tallo, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	40
<b>Tabla 9:</b> Promedios de la variable tamaño del tallo, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	41
<b>Tabla 10:</b> ADEVA para la variable tamaño de la espiga, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	42
<b>Tabla 11:</b> Promedios de la variable tamaño de la espiga, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	44
<b>Tabla 12:</b> ADEVA para la variable grosor del tallo, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	47
<b>Tabla 13:</b> Promedios para la variable grosor del tallo, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	48
<b>Tabla 14:</b> ADEVA para la variable número de rebrotes por planta, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	50
<b>Tabla 15:</b> Promedios para la variable número de rebrotes por planta, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	51

<b>Tabla 16:</b>	ADEVA para la variable tamaño de la raíz, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	53
<b>Tabla 17:</b>	Promedios para la variable tamaño de la raíz, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	54
<b>Tabla 18:</b>	ADEVA para la variable ciclo de producción, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	56
<b>Tabla 19:</b>	Promedios para la variable ciclo de producción, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	57
<b>Tabla 20:</b>	ADEVA para la variable porcentaje de mortalidad de plantas, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	59
<b>Tabla 21:</b>	Promedios para la variable mortalidad de plantas, obtenidos al realizar la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.	60
<b>Tabla 22:</b>	Comparación de los resultados del análisis de suelo del lote en estudio.	61
<b>Tabla 23:</b>	Resultados del análisis microbiológico en la muestra inicial del suelo.	63
<b>Tabla 24:</b>	Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T13.	63
<b>Tabla 25:</b>	Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T11.	64
<b>Tabla 26:</b>	Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T9.	65
<b>Tabla 27:</b>	Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T14.	66
<b>Tabla 28:</b>	Costos de producción de 1 ha del cultivo <i>Delphinium</i> , variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos ( <i>trichoderma harzianum</i> , <i>gliocladium</i> spp., <i>bacillus subtilis</i> , <i>azospirillum</i> spp., y <i>azotobacter</i> spp.) y la adición de un sustrato de materia orgánica.	68
<b>Tabla 29:</b>	Costos de producción de 1 ha del cultivo <i>Delphinium</i> , variedad Sea Waltz, en el tratamiento de fertilización química.	69

**Tabla 30:** Análisis económico, relación beneficio/costo del cultivo de *Delphinium*, variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp., y *Azotobacter* spp.), bajo condiciones de campo, Cusubamba – 2008.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>Figura 1.</b> Planta de <i>Delphinium</i> variedad Sea Waltz.	1
<b>Figura 2.</b> Hongo de <i>Trichoderma harzianum</i> .	13
<b>Figura 3.</b> Hongo de <i>Gliocladium</i> spp.	15
<b>Figura 4.</b> Bacteria de <i>Bacillus subtilis</i> .	17
<b>Figura 5.</b> Bacteria <i>Azospirillum</i> spp.	19
<b>Figura 6.</b> Bacteria de <i>Azotobacter</i> spp.	22
<b>Figura 7.</b> Promedios de la variable tamaño del tallo para los 16 tratamientos planteados.	39
<b>Figura 8.</b> Foto de los 3 tipos de tamaños de tallo: 60, 70 y 80 cm, según los parámetros de comercialización de la empresa SAVISA S.A.	42
<b>Figura 9.</b> Promedios de la variable tamaño de la espiga para los 16 tratamientos planteados.	43
<b>Figura 10.</b> Foto de dos tamaños distintos de espiga. A la izquierda espiga perteneciente al tratamiento T1 ( <i>Trichoderma harzianum</i> ) con una longitud de 27 centímetros. A la derecha espiga perteneciente al tratamiento T11 ( <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Gliocladium</i> spp. <i>Azospirillum</i> spp. y <i>Azotobacter</i> spp.) con una longitud de 53 centímetros.	45
<b>Figura 11.</b> Promedios de la variable grosor del tallo para los 16 tratamientos planteados.	46
<b>Figura 12.</b> Promedios de la variable número de rebrotes por planta para los 16 tratamientos planteados.	49
<b>Figura 13.</b> Promedios de la variable tamaño de las raíces para los 16 tratamientos planteados.	52
<b>Figura 14.</b> Fotos de dos tamaños de raíces distintos. A la izquierda se encuentra una raíz perteneciente al tratamiento T16 (químico) con un largo aproximado de 20 centímetros. A la derecha se muestra una raíz perteneciente al tratamiento T4 ( <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Gliocladium</i> spp.) con un largo aproximado de 46 centímetros.	55

<b>Figura 15.</b>	Promedios de la variable ciclo de producción para los 16 tratamientos planteados.	56
<b>Figura 16.</b>	Promedios de la variable mortalidad de plantas para los 16 tratamientos planteados.	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b> Características del campo experimental.	82
<b>ANEXO II</b> Algas y sustratos de materia orgánica utilizados en el ensayo.	83
<b>ANEXO III</b> Breve descripción de la materia orgánica utilizada en el lote de ensayo.	84
<b>ANEXO IV</b> Microorganismos y su aplicación en el lote de estudio.	87
<b>ANEXO V</b> Cantidades de fertilizantes utilizados en 1 ha de cultivo.	88
<b>ANEXO VI</b> Resultados del análisis estadístico para la variable longitud de tallo.	89
<b>ANEXO VII</b> Resultados del análisis estadístico para la variable tamaño de la espiga.	90
<b>ANEXO VIII</b> Resultados del análisis estadístico para la variable grosor del tallo.	91
<b>ANEXO IX</b> Resultados del análisis estadístico para la variable número de rebrotes por planta.	92
<b>ANEXO X</b> Resultados del análisis estadístico para la variable tamaño de las raíces.	93
<b>ANEXO XI</b> Resultados del análisis estadístico para la variable ciclo de producción.	94
<b>ANEXO XII</b> Resultados del análisis estadístico para la variable porcentaje de mortalidad de plantas.	95
<b>ANEXO XIII</b> Resultado del coeficiente de variación para las distintas variables en estudio.	96
<b>ANEXO XIV</b> Resultados de los análisis de suelo emitidos por el INIAP.	97
<b>ANEXO XV</b> Resultados del análisis microbiológico del suelo emitidos por el INIAP.	98

<b>ANEXO XVI</b> Reporte del conteo de los microorganismos del tratamiento T13 para la variable tamaño del tallo.	99
<b>ANEXO XVII</b> Reporte del conteo de los microorganismos del tratamiento T11 para la variable tamaño de la espiga.	100
<b>ANEXO XVIII</b> Reporte del conteo de los microorganismos del tratamiento T9 para la variable grosor del tallo.	101
<b>ANEXO XIX</b> Reporte del conteo de los microorganismos del tratamiento T14 para la variable ciclo de producción.	102
<b>ANEXO XX</b> Costos de los microorganismos utilizados en el estudio, proyectados en una hectárea.	103
<b>ANEXO XXI</b> Rendimientos (tallos/ha) de <i>Delphinium</i> , en base a la producción obtenida en cada uno de los tratamientos en estudio y los valores de ingreso por venta en función a la longitud de tallo y su valor comercial respectivo.	104
<b>ANEXO XXII</b> Densidades de algunos insumos orgánicos.	105
<b>ANEXO XXIII</b> Libro de campo.	106
<b>ANEXO XXIV</b> Porcentaje de mortalidad de plantas registrados por SAVISA S.A en el lote de estudio antes del ensayo.	113



## RESUMEN

La presente investigación evaluó la productividad del cultivo *Delphinium*, variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) bajo condiciones de campo en Cusubamba, donde se sitúa la empresa SAVISA S.A exportadora de flores de verano. En las plantas se evaluaron variables como: tamaño del tallo, tamaño de la espiga, grosor del tallo, número de rebrotes por planta, tamaño de las raíces, ciclo de producción y mortalidad de plantas.

La variable tamaño de tallo, registró un promedio general de 75,73 cm y el tratamiento que mejores resultados mostró fue el T13 (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium* spp, *Azospirillum* spp y *Azotobacter* spp.) con 79,19 cm. En cuanto al tamaño de la espiga, el promedio fue de 41,28 cm; el mejor tratamiento fue T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp, *Azospirillum* spp y *Azotobacter* spp.) que logró el valor más alto con 46,16 cm; mientras que el grosor del tallo, consiguió un promedio de 0,48 cm y el tratamiento que mejor resultados alcanzó fue T9 (*Gliocladium* spp, *Azospirillum* spp y *Azotobacter* spp.) con 0,52 cm; respecto a la variable número de rebrotes por planta, el promedio fue 10 unidades y el tratamiento T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp y *Bacillus subtilis*) alcanzó sobresalir con 13 unidades. La variable tamaño de las raíces obtuvo un promedio de 35,45 cm y el tratamiento T4 (*Trichoderma harzianum* y *Gliocladium* spp) fue el más destacado con un valor de 43,0 cm; mientras que la variable ciclo de producción alcanzó un promedio de 11 días y el tratamiento T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp y *Azotobacter* spp) consiguió un máximo de 13 días. Finalmente el porcentaje de mortalidad de plantas alcanzó un promedio de 1,70 %, siendo el tratamiento T15 (tratamiento de materia orgánica) el valor de menor mortalidad con 0,63%. Además se efectuó la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos, dando como mejor opción al tratamiento T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp y *Bacillus subtilis*) con 6,39 USD.

## ABSTRACT

This research assessed the productivity of the Delphinium crop, variety Sea Waltz, with the application of beneficial microorganisms (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp, and *Azotobacter* spp) under field conditions in Cusubamba, where it is Company SAVISA S.A exporter of summer flowers. In plants evaluated variables such as: size of stem, size of the spike, thickness of the stem, number of sprouts per plant, size of the roots, the production cycle and mortality of plants.

The variable size of stem, recording an average of 75,73 cm and the results showed that improved treatment was T13 (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium* spp, *Azospirillum* spp and *Azotobacter* spp) with 79,19 cm. As to the size of the spike, the average was 41,28 cm; best treatment was T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp, *Azospirillum* spp and *Azotobacter* spp) achieved the highest value with 46,16 cm, while that the thickness of the stem got an average of 0,48 cm and the treatment that best results were achieved T9 (*Gliocladium* spp *Azospirillum* spp and *Azotobacter* spp.) with 0,52 cm; respect to the variable number of sprouts per plant, the average was 10 units and T7 treatment (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp and *Bacillus subtilis*) reached out to 13 units. The variable size of the roots, won the average of 35,45 cm and the T4 treatment (*Trichoderma harzianum*, and *Gliocladium* spp) was most prominent with a value of 43,0 cm; while the variable production cycle averaged 11 days and treatment T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* spp and *Azospirillum* spp) achieved a maximum of 13 days. Finally the percentage of plant mortality averaged was 1,70%, while the T15 treatment (treatment of organic matter) value of 0,63% with lower mortality. It also makes the cost benefit ratio for each treatment, giving the best treatment option T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp and *Bacillus subtilis*) with 6,39 USD.

## INTRODUCCIÓN

Debido al creciente interés del mercado mundial por “flores limpias” y a la presión que los grupos ecologistas, particularmente de Europa, ejercen para limitar el uso de agroquímicos, especialmente plaguicidas, muchos floricultores, se encuentran empeñados en la búsqueda de tecnologías de producción no contaminantes y en lo posible, no químicas, que lleven a establecer una estrategia válida para propiciar la producción florícola de alta calidad y rentabilidad, utilizando tecnologías amigables con el ambiente. (Suquilanda, 2001).

Según lo citado por (Suquilanda, 2001) e (IFOAM, 2007), el suelo es un hábitat para plantas, animales y microorganismos, porque están todos interconectados entre sí, el manejo ecológico del suelo propone el mantenimiento de la vida que hay en él, como una condición fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo.

Uno de los elementos claves para la calidad y la fertilidad de los suelos son los microorganismos. La singularidad de estos, su naturaleza a menudo imprevisible, y sus capacidades biosintéticas, los han hecho candidatos potenciales para resolver los problemas particularmente difíciles que se presentan en las ciencias naturales, y en otros campos. Debido a que los microorganismos son útiles para resolver los problemas asociados con el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, su aplicación está ampliamente difundida en las granjas naturales y en la agricultura orgánica. Además, los variados tipos de inoculantes disponibles hoy en el mercado han aumentado rápidamente debido a estas nuevas tecnologías (Higa y Parr, 1994; IFOAM, 2007).

Los microorganismos solo son eficaces cuando actúan en presencia de las condiciones convenientes y óptimas para metabolizar sus substratos, incluyendo entre éstos el agua disponible, el oxígeno (dependiendo si los microorganismos son aeróbicos o anaeróbicos del tipo facultativos), el pH y la temperatura de su medio ambiente (Higa y Parr, 1994).

La empresa SAVISA S.A., exportadora florícola, establecida en Ecuador desde 1989; cuyas instalaciones se encuentran en Cusubamba a 2500 m.s.n.m., sector norte de la Provincia de Pichincha, ha expresado un interés por el estudio científico en la agricultura orgánica, para la producción de *Delphinium* variedad Sea Waltz, debido a que esta variedad es de gran aceptación en el mercado Norte americano, debido a sus espigas de flores grandes y fuertes, de color violeta azulino con apariencia uniforme, razón por la que es usada generalmente para eventos sociales. Además es una variedad muy rentable y productiva (Miyoshi, 2008; SAVISA S.A, 2008).

La empresa en mención, está interesada en conseguir un procedimiento orgánico estandarizado, para luego aplicar a la certificación orgánica en la exportación de sus flores en el mercado americano y europeo; como GLOBALGAP, National Organic Program (NOP), United States Department of Agriculture (USDA), Estándares Agrícolas Japoneses (JAS), estándares de la Comunidad Económica Europea (EEC) (European Economic Community) (Pixelmec, 2007).

Considerando estos antecedentes, el presente trabajo evaluó diferentes combinaciones de microorganismos para la productividad del cultivo de *Delphinium*, variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp., y *Azotobacter* spp.), bajo condiciones de campo.

## GLOSARIO

**CROMÓFORO:** Es la parte o conjunto de átomos de una molécula responsable de su color. También se puede definir como una sustancia que tiene muchos electrones capaces de absorber energía o luz visible, y excitarse para así emitir diversos colores, dependiendo de las longitudes de onda de la energía emitida por el cambio de nivel energético de los electrones, de estado excitado a estado basal.

**ENDOTOXINA:** Es un componente de la pared celular de las bacterias gram-negativas constituida por lípidos y polisacáridos. Se libera de la bacteria estimulando varias respuestas de inmunidad innata, como la secreción de citocina.

**QUIMIOORGANOTRÓFICO:** Organismo que utiliza material orgánico como fuente de energía y carbono para su crecimiento.

**RIZOSFERA:** Volumen o zona del suelo que rodea inmediatamente las raíces de las plantas la cual está más influenciada por la actividad de la raíz y el metabolismo. Esta muestra alta actividad microbiana y es profundamente diferente al resto del suelo. Los ácidos producidos por los microorganismos en la rizosfera afectan marcadamente la disponibilidad de nutrientes. La rizosfera puede consistir de la endorizosfera (las capas de células de la raíz misma), el rizoplano (la superficie del sistema radical) y la ectorizosfera (el área que rodea a la raíz). Los procesos fisiológicos más importantes en esta zona son la toma de nutrientes minerales y la producción de exudados de la raíz. Los exudados de la raíz mejoran la población microbiana y sus actividades en esta área. Un área extremadamente importante y activa en el suelo desde el punto de vista de la nutrición del cultivo.

**RIZOPLANO:** Se refiere a las superficies externas de las raíces de una planta.

**SIDERÓFOROS:** Un enlace cromo-peptídico a un cromóforo fluorescente. En condiciones de deficiencia de hierro, *Azotobacter vinelandii* excreta grandes cantidades de un compuesto fluorescente amarillo-verdoso soluble en agua. El azotobacterin-D es el sideróforo de *Azotobacter vinelandii*. Este inhibe el crecimiento de hongos mediante la captación del hierro en suelos deficientes de hierro a pH alto.

# 1. PARTE TEÓRICA

## 1.1. GENERALIDADES E IMPORTANCIA DEL CULTIVO

Según Flores de la sierra (2007) y HEB (2008), el origen del *Delphinium* se remonta a Europa. Su nombre proviene de la palabra griega *delphis*, que significa "delfín", esto se debe a que la flor de este cultivo asemeja la forma que tiene la nariz de un delfín.

Pertenece a la familia de las Ranunculáceas (Tormo, 2007).

Los *Delphinium* de la variedad Sea Waltz, son plantas herbáceas perennes de portes erguidos pero compactos, de hojas grandes palmeadas de 5 - 9 lóbulos profundos, de entre las cuales aparecen las espigas verticales, grandes y llenas de flores de color violeta azulino, que emergen agrupadas en racimos terminales lacios. La corola de color blanco con tintes azulados, posee cinco pétalos. Los frutos son cápsulas que contienen a las semillas (Coproa, 2008).

El Sea Waltz presenta un ciclo de cultivo de 16 semanas, desde su trasplante hasta su producción, la forma de propagación es a través de semillas y esquejes, estas plantas pueden llegar a medir entre 1,1 a 1,5 metros de altura (SAVISA S.A, 2008).



**Figura 1.** Planta de *Delphinium* variedad Sea Waltz

El proceso de germinación de las semillas se realiza en bandejas de celdas o plugs; cada bandeja posee 200 celdas y cada celda contiene 1 semilla, la misma que es cubierta con una capa mediana de vermiculita gruesa; luego es llevada a la cámara de germinación, bajo condiciones de temperatura entre 21 a 23 °C, con una humedad relativa del 95% al 99%. El tiempo de germinación es de 7 a 10 días. En esta etapa no es necesaria la luz solar (PanAmerican seed, 2005).

Luego de un periodo aproximado de 6 a 7 semanas, las plántulas están listas para plantarlas en campo, se recomienda una densidad de siembra de 9 plantas por m<sup>2</sup>. Es indispensable el tutoreo, se utiliza mallas metálicas para soporte, con cuadros de 15 cm por 15 cm (PanAmerican seed, 2005).

Para un mejor desarrollo de las plantas, el suelo debe ser de tipo franco o franco arcilloso con un pH entre 5,8 a 6,6 y con una conductividad eléctrica de 2,5. La cantidad de agua diaria que necesita el *Delphinium* es de aproximadamente 1,1l de agua/planta/día. El requerimiento de horas/luz de este cultivo es de 12 horas luz/ día. La cosecha se realiza cuando la espiga presenta una flor abierta o dos flores semi-abiertas. La vida de la flor en florero dura aproximadamente entre 7 a 10 días (SAVISA S.A, 2008).

Los *Delphinium* generalmente presentan problemas por el ataque de insectos, principalmente trips (*Frankliniella occidentalis*) durante la producción y minadores (*Liriomyza trifolii*) que afectan las hojas de las plantas (PanAmerican seed, 2005).

Las principales plagas de este cultivo son: las babosas (*Deroceras reticulatum*) y los caracoles (*Orthalicus maracaibensis*), los cuales aparecen con mayor frecuencia en épocas de lluvia (Loghouseplants, 2002).

Algunas de las enfermedades más frecuentes son: la pudrición de raíz causada por *Pythium* spp., el Mildiu polvoriento causado por *Oidium* spp. y la podredumbre gris cuyo agente causal es *Botrytis* spp. (PanAmerican seed, 2005).

A nivel mundial, en especial el mercado americano, la flor se acepta y se consume bien. La variedad Sea Waltz, fue seleccionada por poseer tallo alto, con flores semejantes intercaladas y una producción extremadamente alta y estable a través del año, en comparación con otras variedades (Miyoshi, 2008).

Para propósitos de comercialización SAVISA S.A, presenta tres tipos de longitud de tallo, que oscilan entre los 60, 70 y 80 centímetros de largo. Para la exportación de flores de *Delphinium*, se elaboran ramos o bunches, cada uno constituido de 10 tallos, posteriormente son colocados en cajas medias (tabacos) en grupos de 20 ramos para tallos de 60 a 70 cm de longitud y grupos de 16 ramos para tallos de 80 cm de longitud (SAVISA S.A, 2008).

En la tabla 1, se muestra las distintas presentaciones de la variedad Sea Waltz, para su comercialización, en función de la longitud de tallo.

**Tabla 1:** Distintas presentaciones de la variedad Sea Waltz, para su comercialización, en función de la longitud de tallo.

DELPHINIUM SEA WALTZ		
TALLOS / RAMOS	LONGITUD	RAMOS / CAJA MEDIA
10 tallos	80 cm	16 ramos/ caja
10 tallos	70 cm	20 ramos/caja
10 tallos	60 cm	20 ramos/caja

(SAVISA S.A, 2008)

Se debe considerar que a mayor longitud del tallo, mayor es el precio de la flor.

SAVISA S.A exporta alrededor de 163.45 cajas medias (tabacos) al mes, a un precio aproximado de 64 dólares/caja, generando así una ganancia de alrededor de 10460,8 dólares/mes (SAVISA S.A, septiembre 2008).

Por tanto el cultivo de *Delphinium*, variedad Sea Waltz, es de gran importancia para la empresa debido a que es uno de sus principales productos de exportación que le genera buena rentabilidad económica.



## **1.2. GENERALIDADES DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS**

Al suelo se lo considera como un sistema biológico que tiene y genera vida por acción de los microorganismos presentes, los cuales cumplen funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos en elementos nutricionales que la planta puede absorber por sus raíces, contribuyendo de manera decisiva en su fertilidad (Delgado, 2004; FIRA, 2007).

Antón (2008), indica que los microorganismos intervienen en todas las fases del manejo integrado de la agricultura, compiten entre sí por los nutrientes y por el espacio. Los microorganismos benéficos pueden ser utilizados para mitigar las condiciones de suelos áridos, degradados o con problemas de estrés hídrico y de salinidad.

Según Delgado (2004), un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de nutrientes disponibles para la planta o una población microbiana que este liberando nutrientes en forma permanente hasta alcanzar un balance que permita un buen desarrollo vegetal.

Ramos (1999), cita que en el suelo conviven una gran cantidad de microorganismos como bacterias, hongos, protozoos y algas. Cualquier modificación en la abundancia o en las proporciones relativas de grupos individuales, afecta a la planta a través de las transformaciones de la materia orgánica y de los compuestos minerales que se producen, así como a través de metabolitos secundarios liberados por dichos microorganismos.

De todos estos grupos el más abundante es el constituido por las bacterias. Su interacción con las raíces es muy importante debido a que utilizan fuentes de carbono, nitrógeno y de compuestos procedentes de la planta vía exudación. De hecho, la concentración de bacterias en torno a las raíces es mucho mayor que en el

resto del suelo y esto refleja la alta concentración de nutrientes en esta zona que permite un elevado crecimiento y metabolismo bacteriano (Lynch, 1990).

Estudios sobre la colonización microbiana de las raíces indican que las bacterias se distribuyen irregularmente en la superficie radicular o rizoplano, en función del tipo de planta, del suelo y de las especies de microorganismos. La colonización de las raíces por parte de bacterias es el primer paso fundamental en la interacción planta-microorganismo, la misma que dependerá de la capacidad que la bacteria posee para establecerse en la rizosfera y alterar la fisiología de la planta (Simons *et al.*, 1996).

Las bacterias edáficas beneficiosas de vida libre se denominan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, (literalmente, rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas) o por su acrónimo PGPRs. Dentro de estas se encuentra a un gran número de géneros bacterianos como: *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* y *Bacillus* (Kloepper *et al.*, 1989).

La actividad y la supervivencia de las PGPRs en la rizosfera depende de diversos factores, entre estos se hallan factores físico o químicos, tales como pH, textura, disponibilidad de nutrientes, humedad, temperatura, contenido en materia orgánica y sobre todo, de las interacciones con otros microorganismos en la rizosfera. La interacción con el factor biótico es importante, ya que además de la ocupación de nicho que debe tener lugar adhiriéndose físicamente a la raíz, la población inoculada debe competir activamente por los nutrientes disponibles, sustratos liberados vía exudación principalmente, manteniendo una población umbral mínima, necesaria para desencadenar el efecto biológico en la planta. Así mismo, la resistencia a la predación por protozoos es un factor importante en la supervivencia de ciertas poblaciones bacterianas (Ramos, 1999).

Según Kloepper (1993), los mecanismos de estimulación del crecimiento de la PGPRs, se definen en dos: indirectos o directos y a su vez cada uno de ellos puede

ocurrir de distintas formas. Cuando la estimulación del crecimiento es indirecta, la bacteria libera algún metabolito, que a su vez, afecta a otros factores rizosféricos que revierten en una mejora o estimulación del crecimiento de la planta.

Entre estos se obtienen:

- a) Producción de sustancias movilizadoras de nutrientes, como ácidos orgánicos o aminoácidos liberados por las bacterias al medio que son capaces de movilizar fósforo, hierro y/o aluminio.
- b) Producción de sideróforos. La producción de estos metabolitos permite a las PGPRs competir satisfactoriamente contra los patógenos y otras bacterias saprofitas. Los sideróforos secretados por las PGPRs atrapan la mayor parte del  $Fe^{+3}$  presentes en el suelo, disminuyendo su disponibilidad para otros microorganismos, entre los que se encuentran los patógenos y evitando así que proliferen debido a la carencia de este nutriente.

La capacidad de los sideróforos para actuar como supresores de patógenos depende de la planta, del fitopatógeno a eliminar, de la composición del suelo, de la bacteria PGPR y de la afinidad del sideróforo por el hierro.

- c) Control de patógenos mediante antagonismos o competencia. Muchas bacterias y en particular las pertenecientes a los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*, son capaces de controlar patógenos, sobre todo hongos, sintetizando moléculas antifúngicas como la pirrolnitrina, pioluteorina, tropolona, etc. Asimismo, existen cepas bacterianas capaces de sintetizar sustancias contra otras bacterias: los antibióticos. Este es probablemente el mecanismo alelopático por excelencia para reducir competencias.
- d) Resistencia Sistémica Adquirida e Inducida. Las rizobacterias no patógenas pueden inducir una resistencia sistémica en las plantas similar a la resistencia sistémica adquirida (SAR) cuando son atacadas por patógenos. La mediación de diferentes cepas bacterianas en la Resistencia Sistémica Inducida (SIR) ha sido demostrada contra hongos, bacterias y virus en diversos cultivos como cucurbitáceos, frijoles, tabaco, tomate, etc. Determinadas bacterias inducen la resistencia sistémica, produciendo diferentes compuestos tales como

lipopolisacáridos, sideróforos y ácido salicílico; sin embargo, esta inducción depende de que las bacterias colonicen el sistema radical en número suficiente.

- e) Control de plagas producidas por insectos. Como por ejemplo el *Bacillus turinghensis*, esta bacteria es muy selectiva para un grupo específico de plagas y además presenta una baja toxicidad para los mamíferos. Se usa en el control de plagas e insectos que atacan a la parte aérea de las plantas, principalmente dirigido a lepidópteros que se alimentan de las hojas, tales como *Helicoverpa* spp. y *Plutella xylostella*. Estos insectos son sensibles a la endotoxina producida por *B. turinghensis* var. *Kurstaki* y mueren al ingerir las hojas bañadas con la bacteria. (Kloepper, 1993; Van *et al.*, 1998; Zehnder *et al.*, 1997).

En lo que respecta a los mecanismos directos, son aquellos en los que el metabolito producido por la bacteria, es en sí capaz de estimular el crecimiento vegetal y por tanto ocurre independiente del resto de la población microbiana edáfica e incluso independientemente del soporte edáfico, es decir, no ejerce su efecto por modificación del sustrato. (Kloepper, 1993).

De forma resumida los mecanismos de acción directa se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2:** Mecanismos de acción directa de las PGPRs

Mecanismo	Efecto	Referencia(s)
Fijación de nitrógeno asociada a la raíz	Biomasa y contenido en nitrógeno	Dobereiner y De-Poli, 1980
Producción de hormonas (auxinas, citoquininas, giberelina)	Biomasa (parte aérea y radical); ramificación de raíces; floración	Holl <i>et al.</i> , 1988; Gutierrez Mañero <i>et al.</i> , 1996
Inhibición de síntesis de etileno	Longitud radical	Glick <i>et al.</i> , 1994
Aumento de la permeabilidad de raíz	Biomasa y captación de nutrientes	Sumner, 1990

(Ramos, 1999)

Cada bacteria en particular puede afectar al crecimiento de la planta, utilizando uno o varios de estos mecanismos. El mecanismo de acción directo de las PGPRs por

excelencia es la producción de fitohormonas. Algunas especies de los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter* y *Bacillus* liberan ácido indol-acético (AIA), giberelinas o citoquininas en la rizosfera de las plantas, ejerciendo un efecto estimulador de crecimiento especialmente marcado cuando éstas están en estado de plántula (Ramos, 1999).

Según Nakas y Klein (1980), las bacterias son más eficaces que los hongos utilizando los compuestos de peso molecular bajo (ácidos orgánicos, azúcares, fenoles, aminoácidos y gases como etileno, CO<sub>2</sub> y HCN). Por el contrario, los hongos metabolizan fácilmente los polímeros de peso molecular elevado, que son más abundantes en los restos vegetales y por lo tanto, más eficaces al inicio de la descomposición de las raíces muertas. Tales características metabólicas justifican que las bacterias dependan, sobre todo, de los exudados radicales y los hongos de los restos vegetales en descomposición.

Los principales factores que influyen a la comunidad de hongos son: nivel y clase de la materia orgánica, pH, la aplicación de cierta clase de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, el grado de humedad, aireación, variación de temperatura, posición en el perfil del suelo, estación del año y composición de la vegetación nativa o cultivada (Sánchez, 2009).

En general, los hongos del suelo son mesófilos es decir que crecen activamente entre los 28°C a 37°C, están localizados en los horizontes superficiales del suelo donde el calentamiento solar es considerable. La concentración de hongos en las capas superiores del suelo se debe a la abundancia de materia orgánica aprovechable (Sánchez, 2009).

Herrera y Ulloa (1990), citan que la mayor parte de la microbiota dominante, se encuentra en la clase de los *Hyphomycetes*, organismos unicelulares que en su fase vegetativa tienen hifas, presentan micelio verdadero y abundante, con conidióforos libres o agrupados descubiertos (sinemas o esporodoquios).

Pertencen a la subdivisión Deuteromycota, sin fase sexual; formadores de conidios. Además, poseen micelios con esporas en ramas especiales o esporóforos que no producen esporas, algunos ejemplos son: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Metarrhizum*, *Phacelomyces*, *Penicillum*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma*, *Verticillum* (Sánchez, 2009).

### **1.2.1. *Trichoderma harzianum***

Villegas (2008), ubica taxonómicamente al hongo *Trichoderma*, dentro del Reino de las plantas, División Mycota, Sub división Eumycota, Clase Deuteromicetes, Orden Moniliales, Familia Moniliaceae, Género *Trichoderma*, con 27 especies conocidas, dentro de las cuales se encuentra *Trichoderma harzianum*.

Morfológicamente, es un hongo que posee estructuras del tipo de conidias hialinas uniceluladas, ovoide en conidióforo hialino largo no verticilado, nace en centros pequeños. Tiene la capacidad de producir clamidosporas en sustratos naturales, estructuras de vital importancia para la sobrevivencia del género en el suelo bajo condiciones adversas. Es saprofito del suelo y de la madera. El crecimiento en el suelo es muy rápido (Villegas, 2008).

La alta presencia de humedad en los suelos, mejora las condiciones de vida de este hongo, pasando de un estado latente a uno activo, desarrollándose óptimamente hasta en un 60 %. Además es favorecido por condiciones de pH ácido en el cual su población se incrementa debido a una mayor formación de conidióforos, germinación de conidias y por menor competencia con microorganismos como actinomicetos y bacterias que se encuentran limitados por la acidez. Este hongo se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas, participa en la biotransformación de celulosa (polímeros de glucosa de alto peso molecular), en la transformación de hemicelulosa (polisacárido que por hidrólisis libera hexosa y pentosa), en la mineralización del Nitrógeno (reacciones hidrolíticas), en la

degradación y en la descomposición de la lignina y el humus que al tener estructuras basadas en núcleos aromáticos son degradados por oxidación de cadenas laterales (Villegas, 2008; Infojardin, 2007).

Durán *et al.* (2003), indica que se han estudiado cuatro modos de acción de esta especie de hongo: la competencia por nutrientes, la antibiosis, el micoparasitismo y la estimulación de defensas de la planta

- a) La competencia por nutrientes: El *Trichoderma harzianum* al poseer un comportamiento saprofito, compete y coloniza de una forma acelerada los desechos vegetales, generando elementos nutritivos que son utilizados por el mismo, lo cual evita la instalación de otro hongo.
- b) La antibiosis: Los antibióticos volátiles tienen un efecto esencialmente fungistático debilitando al agente patógeno y haciéndolo más sensible a los antibióticos solubles. El *Trichoderma harzianum* produce numerosos antibióticos como son: la trichodermina, la suzukacilina, la alameticina, la dermadina, la penicilina, los trichotecenos, las trichorzianinas, entre otros.
- c) El micoparasitismo: El *Trichoderma harzianum* manifiesta propiedades parasitarias contra diversos hongos, produciendo alteraciones en las hifas del parásito. Inicialmente realiza un reconocimiento y adherencia sobre la pared del patógeno, luego promueve la hidrólisis de las hifas y esclerocios del patógeno por medio de las enzimas producidas (xilinasas, quitinasas, pectinasas, glucanasas y glucosidasas, entre otras).
- d) La estimulación de defensas de la planta: Este hongo induce a la planta, por medio de sustancias secretadas por el microorganismo a producir altos niveles de fitoalexinas, de tal forma que el nivel tóxico alcanzado evita que otros hongos patógenos se puedan establecer. Las fitoalexinas son producidas en forma natural por la planta como respuesta a heridas.

González (2007), enuncia que el *Trichoderma* spp., probablemente sea el hongo beneficioso más versátil y polifacético que abunda en los suelos, se presenta en diferentes zonas y hábitats, especialmente en aquellos que contienen materia

orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, esencialmente en aquellos que son atacados por otros hongos. Esta capacidad de adaptación a diversas condiciones medioambientales y sustratos confiere a este hongo, la posibilidad de ser utilizado en diferentes suelos, cultivos, climas y procesos tecnológicos.

No se conoce que dicho microorganismo sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos que atacan y destruyen muchos cultivos. Por estas razones, muchos investigadores le llaman el hongo hiperparásito (Infojardin, 2007).

Algunos beneficios agrícolas del *Trichoderma*, citados por Infojardin, (2007) y González (2007), son:

1. Ofrece un control eficaz de enfermedades de plantas.
2. Posee un amplio rango de acción.
3. Elevada propagación en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos.
4. Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
5. Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.
6. Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes.
7. Mejora la nutrición y la absorción de agua.
8. Protege las semillas agrícolas y botánicas de fitopatógenos
9. Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida.
10. Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.



11. No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha.
12. Preservación del medio ambiente al disminuir el uso de fungicidas.
13. Economía en los costos de producción de cultivos.
14. No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.
15. Es compatible con Micorrizas, *Azotobacter* y otros biofertilizantes.
16. También es compatible con bio-agentes controladores de plagas y enfermedades.

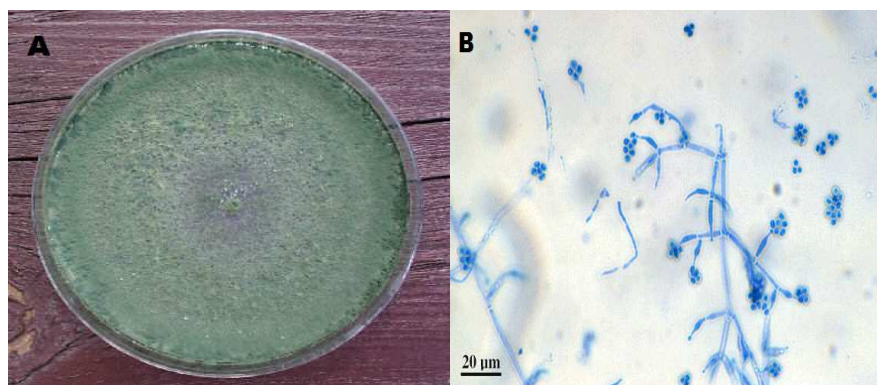
En la tabla 3 se describen algunas especies de hongos fitopatógenos controlados por *Trichoderma*:

**Tabla 3:** Hongos controlados por *Trichoderma* spp.

Fitopatógenos controlados por <i>Trichoderma</i>	Enfermedad	Cultivo
<i>Armillaria</i> spp.	Pudricion de raíces	Frutales
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Antracnosis	Papa, tomate, frijol, fresa, flores
<i>Fusarium moniliforme</i>	Pudricion	Maiz
<i>Phytophthora infestans</i>	Gota	Papa, pepino de agua
<i>Phytophthora</i> spp.	Pudricion	Tabaco, flores, frutales, etc.
<i>Pythium</i> spp.	Pudrición algodonosa, volcamiento	Varios cultivos
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitamiento vasculares	Papa, tomate, frijol, plátano, maíz, clavel
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pudricion algodonosa, volcaminto	Zanahoria, tomate, lechuga, col, café, papa, cebolla, ajo, pimenton.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Carbón de las raíces	Maiz, frijol, melón, ajonjolí
<i>Sclerotinia Sclerotiorum</i>	Pudricion algodonosa, volcamiento	Habichuela, tomate, lechuga, col, café, papa, cebolla, ajo, pimentón.
<i>Rosellina necatrix</i>	Pudrición blanca de raíces	Aguacate, manzano
<i>Botrytis cinerea</i>	Moho gris	Papa, tomate, frijol, fresa, flores
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	Volcamiento	Pino

(González, 2007)

En la figura 2, se muestra el hongo *Trichoderma harzianum*.



**Figura 2.** Hongo *Trichoderma harzianum*.

A la izquierda (A): Caja petri con *Trichoderma harzianum*. A la derecha (B): morfología del *Trichoderma harzianum* (fialides y conidias), visto en microscopio (Beyer *et al.*, 1996; Ellis 2008)

### 1.2.2. *Gliocladium* spp.

Este hongo fue descrito por Corda en 1840, la clasificación taxonómica lo sitúa en el reino de los hongos, en la división Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, orden Hyphomycetales, familia Moniliaceae.

También cuenta con otra clasificación taxonómica con base en su telemorfismo, pertenece al reino de los hongos, phylum: Ascomycota, del orden de los Hypocreales, de la familia Hypocreaceae, del genero: nectria, hypocrea, nectriopsis (Babcock y Hill, 1999; Patterson *et al.*, 2007).

El género *Gliocladium* contiene varias especies. Las comúnmente conocidas son: *Gliocladium penicilloides*, *Gliocladium virens*, *Gliocladium roseum* y *Gliocladium deliquescens* (Patterson *et al.*, 2007).

Este género a menudo es descrito como un colega del *Penicillium*, debido a que sus conidióforos y fialides son semejantes, pero sus conidios (esporas) distintos. El *Gliocladium* produce hifas, conidióforos, fialides y conidios. Las hifas son hialinas y

septadas. Los conidióforos son erectos y en repetidas ocasiones se ramifican en los ápices. Las ramificaciones terminales dan lugar a las fialides que poseen forma de frasco. Los conidios son una célula con forma ovoide a cilíndrica, acumulándose en una gran esfera terminal, o de vez en cuando se acopian en una columna suelta.

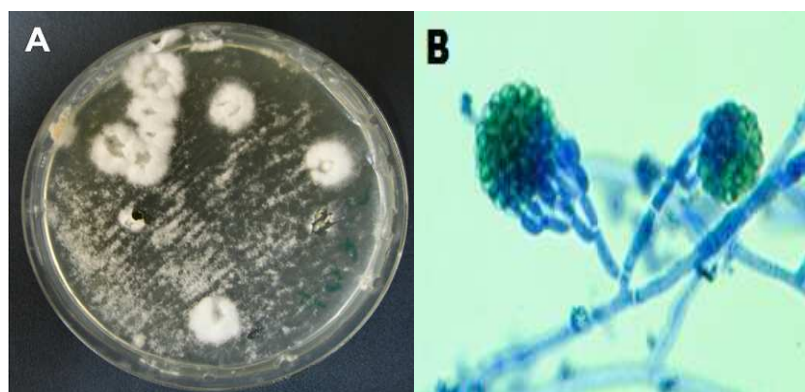
En cambio los conidios del *Penicillium* se producen en cadenas secas de las extremidades de los fialides, con la espora más joven en la base de la cadena (Patterson *et al.*, 2007; wikipedia, 2009).

Las colonias del *Gliocladium*, son de crecimiento rápido, blancas al principio, a veces de color rosa a salmón, convirtiéndose de pálido a verde oscuro en la esporulación (Ellis, 2008).

El *Gliocladium* ha sido aislado a partir de diferentes tipos de suelos. También se ha encontrado colonizando troncos caídos, mantillo de hojas, raíces de habichuelas, estolones de maní, bulbos de iris, tubérculos de papa y en la superficie de un gran número de plantas silvestres y en cultivos del trópico. Su abundancia disminuye con la profundidad del suelo. Puede crecer en pH entre 3 y 8,2 con un óptimo a 5,6 (Gilman y Abbott, 1927).

Es utilizado en el control biológico de hongos fitopatógenos y con potencial como bioinsumo en la elaboración de biofertilizantes por su capacidad solubilizadora de fosfatos (Gilman y Abbott, 1927).

En la figura 3, se exhibe el hongo *Gliocladium* spp.



**Figura 3.** Hongo *Gliocladium* spp.

A la izquierda (A): Caja petri con UFC de *Gliocladium* spp. A la derecha (B): morfología del *Gliocladium* spp. (Conidiosphora y conidios), visto en microscopio (Ellis, 2008; Karlovsky y Utermark, 2008).

### 1.2.3. *Bacillus subtilis*

*Bacillus* es un género de bacterias en forma de bastón, Gram positivas. El género pertenece a la División Firmicutes (wikipedia, 2009).

Son aerobios estrictos o anaerobios facultativos (aunque en condiciones con medios de cultivos complejos que contienen glucosa, se desarrollan como anaerobios con crecimiento débil y puede ocurrir fermentación). En condiciones estresantes forman una endospora de situación central, que deforma la estructura de la célula. Dicha forma esporulada es resistente a las altas temperaturas y a los desinfectantes químicos corrientes. Hay especies productoras de antibióticos (wikipedia, 2009).

Schaechter (2008), cita que el nombre específico *subtilis* deriva del latín “fino, delgado, delicado”. El idioma francés del siglo 14 lo reemplazó a *subtil*, significando “ingenioso, diestro”.

Según Angeloni (2004), e Ibossa (2009), el *Bacillus subtilis* forma en los medios de cultivo, colonias que son opacas y pueden arrugarse, su coloración va del crema al castaño. Se encuentra en tierra, pudriendo material de plantas y no es patógeno. Crece hasta densidades muy altas con un medio muy barato. Un rasgo que ha atraído el interés de esta bacteria es su habilidad para diferenciar y formar endosporas. Su principal función está en descomponer polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos; son solubilizadores de fosfatos, azufre y productores de antibióticos naturales. Se usan varias razas relacionadas al *B. subtilis* en la producción comercial de enzimas.

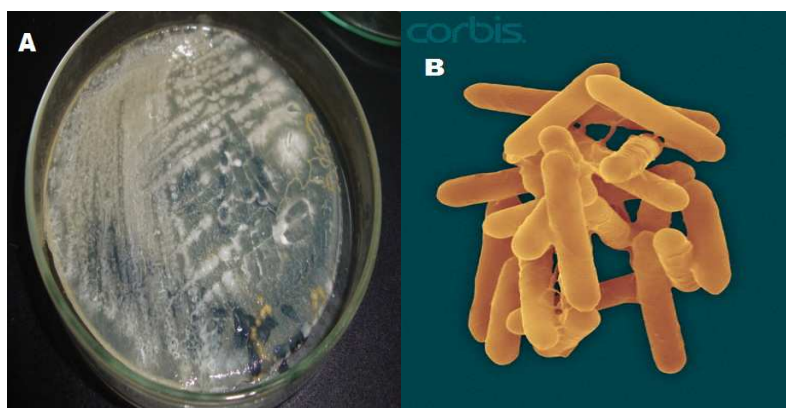
Esta bacteria benéfica es enemiga natural de muchas enfermedades y nematodos entre ellas las que pertenecen a los géneros *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Oidium*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y muchos géneros más (Angeloni, 2004).

Algunas de las características que esta bacteria presenta son:

1. Producción de sideróforos, que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos
2. Compete por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas
3. Produce antibióticos del tipo Bacilysin e Iturin que son altamente fungo tóxicos.
4. Promotor de crecimiento: La bacteria al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes.
5. Inducción a resistencia: Al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas, que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos (Angeloni, 2004).

Además esta bacteria, no contamina el ambiente, no es toxica en humanos, animales y plantas. Al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inóculo y puede usarse en la agricultura orgánica y convencional (Cultek, 2009).

En la figura 4, se aprecia la bacteria *Bacillus subtilis*



**Figura 4.** Bacteria *Bacillus subtilis*.

A la izquierda (A): Caja petri con UFC de *Bacillus subtilis*. A la derecha: A la derecha (B): morfología del *Bacillus subtilis*, visto en microscopio (Kunkel, 2009).

#### 1.2.4. *Azospirillum* spp.

El género *Azospirillum* fue descrito por primera vez en 1925 por Martinus Willem Beijerinck, se halla mayormente en las regiones tropicales y en menor proporción en las regiones templadas, frías y desérticas (Caballero, 2008).

Pertenece a la subclase alfa de las proteobacterias, presenta las siguientes características: son de forma vibroide, muestra pleomorfismo y movilidad en espiral. Las células contienen cantidades elevadas de poli- $\beta$ -hidroxibutirato (PHB), hasta 50% del peso seco celular. En cultivos semigelificados y gelificados, con más de 24 h de incubación, se muestran frecuentemente células refringentes con forma ovoide y de paredes gruesas similares a quistes (Saura *et al*, 2003; Caballero, 2008).

Caballero (2008), enuncia que este género es el más estudiado entre las bacterias asociadas a plantas, debido a la capacidad del *Azospirillum* para estimular el crecimiento de las plantas y aumentar el rendimiento en los cereales. Actualmente se

conocen seis especies: *A. lipoferum*, *A. brasilense*, *A. amazonense*, *A. halopraeferans*, *A. irakens* y *A. largimobile*.

Esta bacteria no presenta patogenicidad, toxicidad, alergenicidad ni clasificación en grupos de riesgos, los mecanismos que utiliza el organismo para sobrevivir es el multiplicarse, difundirse y competir en el medio ambiente. Además el *Azospirillum* produce y acumula gránulos de poli-beta-hidroxibutirato, los cuales son empleados por la propia célula como fuentes de carbono y energía durante períodos de inanición e incluso son capaces de formar quistes en condiciones muy desfavorables (Saura *et al*, 2003).

El crecimiento de este microorganismo en la rizosfera viene determinado fundamentalmente por la disponibilidad de sustratos que estén presentes en el medio rizosférico y que sean necesarios para su desarrollo. También diversas sustancias de origen vegetal y microbiano que están presentes en la rizosfera pueden afectar el desarrollo de estas bacterias mediante efectos estimuladores e inhibidores. De igual forma las condiciones ambientales (clima, tipo de suelo, temperatura y humedad del mismo) influyen en los procesos interactivos que determinan la estructura de la comunidad microbiana así como también en la asociación *Azospirillum*-planta, la fijación del nitrógeno y su contribución a la nutrición vegetal (Saura *et al*, 2003).

Se considera que uno de los principales mecanismos de acción del *Azospirillum* radica en su capacidad de producir sustancias promotoras durante la colonización de las raíces, lo cual estimula la longitud, la densidad de las raíces laterales y el incremento del área superficial de las raíces. Estos y otros cambios fisiológicos favorecen la mayor absorción de agua y nutrientes minerales que ayudan al rápido crecimiento de las plantas. El *Azospirillum* tiene la capacidad de producir auxinas, citocininas y giberelinas en medios de cultivo. No obstante, el mecanismo analizado con mayor amplitud ha sido la producción de auxinas, que puede modificar el contenido de fitohormonas de las plantas conduciendo a la estimulación del crecimiento de las mismas (Caballero, 2008).

La asociación de *Azospirillum* con las raíces de las plantas se desarrolla en dos etapas completamente independientes. La primera consiste en una absorción rápida, débil y reversible, la cual es dependiente de las proteínas de la superficie bacteriana del tipo, de las adhesinas en conjunto con la participación del flagelo polar.

La segunda fase consiste en un anclaje lento pero firme e irreversible que alcanza su máximo nivel 16 horas después de la inoculación, el cual parece ser dependiente de un polisacárido extracelular de *Azospirillum* (Saura *et al*, 2003).

La inoculación de diversas plantas con *Azospirillum* ha mostrado que los principales sitios de colonización son las áreas de elongación celular y las bases de los pelos radicales. Sólo algunas células de *Azospirillum* llegan a adherirse a la cofia o a los pelos radicales (Saura *et al*, 2003).

En la figura 5, se muestra la bacteria *Azospirillum* spp.



**Figura 5.** Bacteria *Azospirillum* spp.

A la izquierda(A): Caja petri con UFC de *Azospirillum* spp. A la derecha (B): morfología del *Azospirillum* spp., visto en microscopio (Thevissen, 1997; Rajan, 2009).



### **1.2.5. *Azotobacter* spp.**

La familia Azotobacteriaceae comprende a las bacterias del género *Azotobacter*, las cuales son Eubacterias Gram-negativas, se reproducen por fisión binaria, viven en suelos y en aguas frescas, son células ovoides y grandes de 1,5 a 2,0  $\mu\text{m}$  de diámetro. Presentan pleomorfismo, variando su morfología desde bacilos hasta células en forma de cocos. Se les observa como células individuales, como pares o formando agregados irregulares y algunas veces integrando cadenas de tamaño variable. Hay alrededor de seis especies del género, algunos de los cuales son móviles mediante flagelos peritricos (Espín, 2000).

Estas bacterias son aerobias, pero pueden crecer en concentraciones de oxígeno bajas. Además son organismos quimioorganotróficos, utilizan azúcares, alcoholes y sales inorgánicas para crecer (Cann, 2007).

Son fijadores no simbióticos de nitrógeno; en vida libre fijan al menos 10 mg de  $\text{N}_2$  por gramo de carbohidrato (glucosa) consumido. Requieren molibdeno para fijar nitrógeno, pero se puede substituir por el vanadio. El rango de pH en el que crecen en presencia de nitrógeno combinado es 4,8 – 8,5. El pH óptimo para crecer cuando fijan nitrógeno es 7,0 – 7,5 (Espín, 2000; Cann, 2007).

Este género tiene la capacidad inusual de fijar el nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en amoníaco. Este proceso se da gracias a que algunos procariotes poseen el complejo enzimático conocido como nitrogenasa, el cual está formado por dos proteínas: una proteína que contiene hierro (proteína-Fe) y otra que contiene molibdeno y hierro (proteína Mo-Fe). La nitrogenasa que contiene molibdeno Mo es la más ampliamente distribuida (Espín, 2000; Cann, 2007).

La nitrogenasa purificada es inactivada rápida e irreversiblemente por el  $\text{O}_2$ . La proteína Fe es mucho más sensible que la proteína MoFe con una vida media en

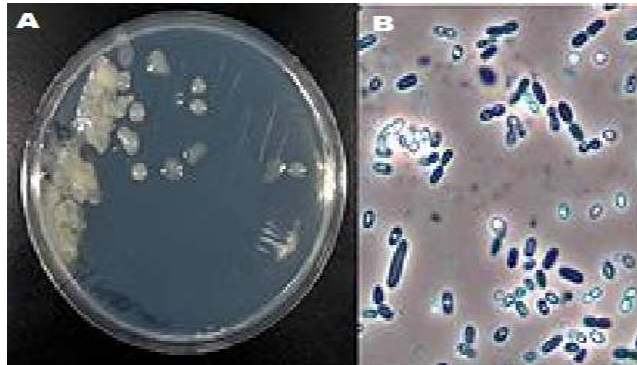
presencia de aire de 45 segundos y 10 minutos respectivamente. El efecto de O<sub>2</sub> sobre la nitrogenasa restringe la fijación de N<sub>2</sub> en la mayoría de las especies de eubacterias a condiciones anaeróbicas o de micro-aerobiosis (Espín, 2000).

La nitrogenasa del *Azotobacter* es sensible al oxígeno pero se cree que el índice de respiración extremadamente alto que posee este microorganismo (posiblemente el más alto de cualquier organismo vivo) absorbe el oxígeno libre dentro de las células y protege la nitrogenasa (Crum, 2004; Cann, 2007).

El *Azotobacter* no produce endosporas sino que forma quistes de paredes gruesas, como parte de su ciclo vital. Estos quistes son resistentes a la desecación, a ciertos productos químicos deletéreos y a factores ambientales adversos. En condiciones ambientales favorables, los quistes germinan y crecen en las células vegetativas (Crum, 2004; Cann, 2007).

Según Delgado *et al*, (2003) y Crum (2004), la bacteria de *Azotobacter* se encuentra en suelos alcalinos a neutros, en ambientes acuáticos y en la rizosfera de las plantas. El *Azotobacter chroococcum* es la especie más común presente en el suelo, además sintetiza tiamina (vitamina B-1), ácido nicotínico, ácido pantoténico y otras vitaminas capaces de estimular la germinación de las semillas, el crecimiento y desarrollo de algunas especies vegetales; siempre que sea adecuada la concentración de las bacterias en la zona de la rizosfera de las plantas.

En la figura 6, se exhibe la bacteria *Azotobacter* spp.



**Figura 6.** Bacteria *Azotobacter* spp.  
A la izquierda (A): Caja petri con UFC de *Azotobacter* spp. A la derecha (B): morfología del *Azotobacter* spp., visto en microscopio  
(uk.wikipedia, 2009).

### **1.3. IMPORTANCIA DE LAS CERTIFICACIONES ORGÁNICAS**

Vásquez (2008) y Wikipedia (2008), indican que los productos agrícolas producidos orgánicamente están en pleno auge, debido a que los métodos agropecuarios que se utilizan en la agricultura de producción masiva, han sido señalados por los movimientos ecologistas, como insostenibles para el ambiente debido al uso de pesticidas tóxicos. Las flores, también han ingresado a esta dinámica de la cosecha libre de químicos, de hecho, esta es una de las características que proporcionan valor agregado y competitividad a la producción florícola en el mundo.

Partiendo de que la manipulación del suelo es primordial para desarrollar una agricultura sustentable, el manejo ecológico del suelo propone el mantenimiento de la vida del mismo como una condición fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo. Un suelo sano, es sinónimo de cultivos sanos, de cosechas abundantes y de calidad. Es decir que la calidad del suelo es la llave para un sistema agrícola sostenible (Higa y Parr, 1994; Suquilanda, 2001).

Según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE), las flores constituyen el 18% de los productos agrícolas que exporta Ecuador y el 5% del total de las exportaciones nacionales. Las flores ecuatorianas se han posicionado en los mercados internacionales, logrando exportar a más de 80 países en el mundo. Los mercados más importantes son: Estados Unidos, Holanda (el mayor importador de la Comunidad Europea) y Rusia, que representa el tercer nicho de exportación y paga los mejores precios (SESA, 2007).

Landauer (2002), indica que en el Ecuador se están desarrollando hace varios años cultivos orgánicos, en tierras y plantaciones libres del uso de químicos sintéticos o a partir de la transición de cultivos convencionales, usándose técnicas como cultivos asociados y la rotación de cultivos (de ciclo corto), entre otras. Desde hace dos a tres años la producción orgánica en el país se ha incrementado considerablemente, al

punto que se estima que existen unas 15.000 hectáreas certificadas orgánicas según estándares internacionales (incluidas las certificadas en transición y de recolección silvestre), pertenecientes a unos 6.000 productores individuales, entre empresas y pequeños productores asociados. La mayoría de la producción certificada es destinada para la exportación a Europa, Estados Unidos y Japón, debido a los mejores precios y/o el reducido mercado interno y regional para los productos orgánicos.

Según IFOAM (2007), es indispensable partir de una definición clara, de que es un producto orgánico certificado, ya que muchas veces se confunde a la certificación orgánica con otras certificaciones ambientales o "sellos verdes".

FAO (2003), define a la agricultura ecológica u orgánica como un sistema de gestión de producción global que promueve y aumenta la salud de los agro-ecosistemas, con inclusión de la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. La agricultura orgánica realza el uso de prácticas de gestión sobre el uso de aportaciones exógenas, al considerar que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados localmente.

Los sistemas de producción orgánica, según Landauer (2002), se basan en normas específicas y precisas cuya finalidad es lograr sistemas agrarios que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. Se caracteriza por:

- a) El uso mínimo de insumos externos (a la unidad productora), los mismos que básicamente deben provenir de orígenes naturales.
- b) El desuso de químicos de síntesis como fertilizantes y plaguicidas.
- c) La no modificación genética de las plantas.

Es importante recalcar que el reglamento de la Unión Europea sobre la producción orgánica del año 1991 (CEE 2092/91), determina el marco legal de la producción, el procesamiento, etiquetaje y el control/certificación de un producto orgánico, define

que son sinónimos los términos “orgánico”, “biológico” y “ecológico”, en el caso de productos alimenticios comercializados en la Unión Europea, por lo que estos quedan protegidos en toda la UE. En otras palabras, cualquier producto final que lleve el término "eco" o "bio" en su etiqueta, tiene que estar certificado según sus normas. Mientras, otros países como EE.UU. y Japón han establecido sus propias normativas parecidas al reglamento Europeo y se espera un reconocimiento mutuo en un futuro próximo (Landauer, 2002).

En general la certificación es un procedimiento voluntario, mediante el cual una tercera instancia independiente (la certificadora) ofrece una garantía por escrito como resultado de un proceso de seguimiento realizado mediante inspecciones y relevamientos en el sitio, de que un producto, proceso o servicio cumple con una normativa. Previo a la certificación, extendida por el ente certificador, se realiza la inspección de la unidad de producción. Los métodos empleados van desde controles físicos de campo, almacenamiento y unidades de transformación, una encuesta sistemática según un programa obligatorio de control (aprobado por la autoridad de supervisión/acreditación) y el chequeo de la contabilidad. El resultado es el informe de inspección (Guayacundo y Hernández, 2008).

IFOAM (2007), indica que la certificación como resultado del proceso de calificación de los procedimientos y/o productos, se basa en la verificación del cumplimiento de las normas definidas. Usualmente un comité de certificación toma las decisiones y determina recomendaciones, obligaciones y sanciones. Se distinguen básicamente dos tipos de certificaciones:

1. Certificación del uso de un sello privado (p.e. OCIA, NATURLAND; DEMETER, QAI), con base en normas obligatorias para los miembros de una organización dueña del sello.
2. Certificación según normas legales en base de reglamentos/leyes, realizada por agencias certificadoras independientes (acreditadas por autoridades gubernamentales de control)

### 1.3.1 EL SERVICIO DE LA CERTIFICACIÓN ORGÁNICA EN EL ECUADOR

Landauer (2002), señala que el servicio de certificación en el Ecuador es actualmente ofrecido por agencias certificadoras europeas, norteamericanas y latinoamericanas, que en parte tienen representación. Uno que otro cuenta con inspectores locales capacitados. Las certificadoras activas en el país son BCS (alemana, 70 - 80% del mercado de certificación en el Ecuador), OCIA (EE.UU.), Biolatina (5 países sur y centroamericanos), Ecocert (francesa) y Naturland (alemana).

Los criterios decisivos para la selección de la certificadora, según Landauer (2002), son:

- a) la preferencia del cliente y/o la aceptación en el mercado de destino,
- b) El costo y
- c) La calidad e integridad del servicio.

Pineda (2008), indica que en el caso de las flores, se vienen usando algunos sellos que avalan su producción siguiendo normas de protección del medio ambiente, del cumplimiento de las leyes laborales y que aseguren una buena calidad. Para el mercado de los EEUU y para la producción de flores en Colombia y en el Ecuador, los sellos más reconocidos son el de Veriflora Certified, organización de los EEUU de carácter internacional y los establecidos por las asociaciones de productores de Colombia, (Flor Verde) y Ecuador, (Flor Ecuador).

VERIFLORA (2008), indica que para lograr su certificación hay que demostrar que se han llenado los requisitos mínimos en tres áreas básicas de la agricultura sostenible. La protección del medio ambiente, el aspecto social y la calidad del producto.

En cuanto a la protección del medio ambiente, VERIFLORA (2008), tiene en cuenta lo siguientes elementos:

1. El control de las plagas se lleve a cabo con el menor impacto ambiental

2. La fertilización del suelo se realice cuidando el mismo y evitando la erosión
3. Se implementen prácticas orgánicas, de conservación de recursos naturales como el agua.
4. Hacer un eficiente uso de la energía y se busque reducir la emisión de gases dañinos o contaminantes.
5. Proteger a los animales y su hábitat alrededor de las plantaciones y que se resguarden los ríos y quebradas.
6. Sistema adecuado de manejo de basura, su ubicación y reciclaje.

En cuanto a la parte social, VERIFLORA (2008), cita:

1. Cumplimiento de todas las condiciones y normas laborales establecidas, incluyendo la no explotación infantil.
2. Tener todos los controles de seguridad en el trabajo y en el manejo de productos químicos y fertilizantes.
3. Apoyo a las comunidades locales a través de la compra preferencial.

En cuanto a la calidad del producto, VERIFLORA (2008), indica que se debe tener la infraestructura y los controles necesarios para garantizar que la cosecha y la poscosecha se hagan siguiendo los parámetros establecidos que le den a la flor cortada la posibilidad de llegar al mercado y al consumidor final, fresca y con un buen potencial de vida útil en florero.

Pineda (2008), señala que para lograr el sello de VERIFLORA hay que pasar una estricta revisión de todos estos aspectos que hace la SCS (Scientific Certification Systems), organismo especializado e independiente de reconocido prestigio internacional. Para mantener la certificación hay que pasar una revisión anualmente. Este sello es acogido por productores de California, Florida, Texas, Ecuador, Colombia, además de otros. Así mismo hay importadores que también están vinculados a esta certificación y en donde se pueden encontrar flores producidas bajo las condiciones de este sello, tales como Equiflor, Espirit Miami, Sierra Flowers de Canadá, Delaware Valley Wholesale, entre otros.



## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. MATERIALES

#### 2.1.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó bajo condiciones de campo, en una de las estaciones que posee la empresa SAVISA S.A. localizada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Santa Rosa de Cusubamba, sitio la Y de Cusubamba, finca G3 a 2500 m.s.n.m.

#### 2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

* Lote utilizado:	36
* Área total del lote:	686,96 m <sup>2</sup>
* Total de camas:	31 camas
* Superficie de las camas:	22,16 m <sup>2</sup>
* Medidas de las camas:	27,7 m (largo) x 0,80 m (ancho)
* Distancia entre camas:	0,50 m
* Número de plantas por cama:	200 plantas/cama
* Densidad de siembra:	9 plantas/m <sup>2</sup>
* Número de observaciones:	4 por cama

Las plantas se distribuyeron en hileras de dos filas, con una separación entre hileras de 40 cm y una distancia entre plantas de 27 cm. En el anexo I, se muestra dicha distribución.

### 2.1.3 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

- \* Temperatura promedio anual: 16,5 °C.
- \* Precipitación promedio anual: 1550 mm
- \* Humedad relativa promedio anual: 83 %

Datos proporcionados por SAVISA S.A, 2008

### 2.1.4 CULTIVO

El cultivo utilizado fue *Delphinium* variedad Sea Waltz, en etapa de crecimiento. El ensayo se lo ejecutó durante un ciclo de cultivo (3 meses), a partir de una poda general realizada en el lote donde se encontraba la variedad en estudio.

### 2.1.5 SUSTRATO DE MATERIA ORGÁNICA

Se utilizó una mezcla de harinas de pescado y plátano, cascarilla de arroz, algas, compost y gallinaza para las camas que indicaban los distintos tratamientos, a excepción de la cama que sirvió como testigo químico.

En la tabla 4, se indica la mezcla de materia orgánica con las respectivas cantidades utilizadas en el lote de ensayo y en una hectárea.

**Tabla 4:** Cantidades de sustrato de materia orgánica utilizada en el lote de ensayo y en una hectárea.

Sustratos	Unidades	Cantidades	
		lote de ensayo	1 ha
Harina de pescado	kg	90,00	2700,00
Harina de plátano	kg	90,00	2700,00
Cascarilla de arroz	m <sup>3</sup>	3,78	112,50
Algas cocidas	m <sup>3</sup>	0,46	13,95
Compost	m <sup>3</sup>	1,41	40,50
Gallinaza	m <sup>3</sup>	1,44	42,75

La gallinaza utilizada estaba seca y el compost tenía un tiempo de descomposición aproximado de 3 meses.

Las algas se obtuvieron del reservorio de la finca, estas tuvieron un proceso de cocción en horno durante un periodo de 12 horas previo a su utilización.

En el anexo II, se observan las algas y los sustratos de materia orgánica y en el anexo III, se detallan algunas características de los diferentes sustratos, que fueron utilizados en este ensayo.

### **2.1.6 INSTRUMENTOS**

- \* Baldes de capacidad de 50 litros
- \* Baldes de capacidad de 10 litros
- \* Pipetas de 50 ml
- \* Higrotermógrafo
- \* Pluviómetro
- \* Regadera jardinera
- \* Bandejas
- \* Barreno
- \* Pala
- \* Calibrador
- \* Membretes adhesivos
- \* Cinta métrica
- \* Balanza analítica
- \* Bolsas plásticas
- \* Botellones
- \* Manguera
- \* Guantes
- \* Tijera de poda tipo Felcor
- \* Delantal plástico
- \* Botas de caucho

## **2.2. ANÁLISIS INICIAL DEL SUELO**

Las muestras del suelo que fueron tomadas al inicio del ensayo, se recolectaron a principios del mes de mayo de 2008 en el lote de estudio.

Se recorrió el lote al azar, en forma de zigzag y cada 15 ó 30 pasos se recolectó una submuestra, entre 20 y 30 cm de profundidad. El resultado aproximado de

submuestras fue de 20, las cuales fueron depositadas en un balde, donde se mezclaron homogéneamente. Luego se tomó aproximadamente 1 kg de suelo para cada uno de los análisis, tanto de suelo como de microorganismos, los mismos que se enviaron a los laboratorios del INIAP, con su respectiva etiqueta de identificación (fecha de recolección, nombre del propietario, nombre de la finca, ubicación geográfica, número de muestra y lote).

## **2.3. LABORES CULTURALES**

### **2.3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

A principios del mes de mayo del 2008, se adicionó materia orgánica a las camas reservadas a los diferentes tratamientos, a excepción de la cama destinada como testigo químico.

### **2.3.2. ESCARIFICACIÓN**

Para que la materia orgánica no quedara en la superficie de las camas, se procedió a mezclarla con el suelo, formando una composición homogénea.

### **2.3.3. CONTEO DE PLANTAS**

Para conocer el número de plantas vivas por cama en los distintos tratamientos del lote de ensayo, se realizó el contaje de las mismas a mediados del mes de mayo.

### **2.3.4. PODA**

Con la finalidad de homogenizar el desarrollo de las plantas en el lote de estudio, el 6 de junio de 2008, se realizó una poda general a tempranas horas del día.

### **2.3.5. FERTILIZANTES**

En el caso de la cama “testigo químico” se trabajó con 3 frecuencias de fertilización a la semana durante 15 min, mientras duraba el estudio en el lote. Se utilizaron:

- \* Nitratos de: amonio, potasio, calcio,
- \* Sulfatos de: manganeso, zinc, magnesio,
- \* Ácido fosfórico, ácido nítrico, Kelatex de hierro, Bórax.

En el anexo V, se presenta las cantidades utilizadas en el ensayo.

### **2.3.6. TUTOREO Y DESHIERBA**

Durante el periodo del estudio del cultivo, se colocó los tallos de las plantas dentro de las mallas de tutorio para evitar su arqueamiento.

La deshierba se realizó dos veces por mes. Esta consistió en sacar las malas hierbas que se encontraban en las camas.

### **2.3.7. DESBROTE**

Los primeros brotes se dieron a finales del mes de junio. Para evitar la competencia de nutrientes en el desarrollo de la planta, se dejó solamente un brote por tallo, eliminando los demás brotes que estaban en un mismo tallo.

### **2.3.8. COSECHA**

La primera cosecha se realizó el 15 de agosto de 2008, a tempranas horas de la mañana para evitar la marchites de la flor. Los tallos se cortaron a una distancia de 10 cm del suelo.

## 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro observaciones.

### 2.4.1. FACTORES EN ESTUDIO

#### 2.4.1.1. Hongos:

- \* *Trichoderma harzianum*
- \* *Gliocladium* spp.

#### 2.4.1.2. Bacterias:

- \* *Bacillus subtilis*
- \* *Azospirillum* spp.
- \* *Azotobacter* spp.

### 2.4.2. TRATAMIENTOS

Los tratamientos son la combinación de los factores en estudio. En la tabla 5 se describen los tratamientos que se emplearon en este ensayo.

Los primeros 14 tratamientos corresponden a combinaciones de los 5 microorganismos benéficos, propuestos por la empresa, enriquecidos con un sustrato de materia orgánica (mezcla de harinas de pescado y plátano, cascarilla de arroz, algas, compost y gallinaza) con una frecuencia de riego (microorganismos en mención), una vez por semana durante 8 semanas.

Se contó con un testigo, el cual solamente contenía el sustrato de materia orgánica ya antes mencionado y un último tratamiento exclusivamente químico con 3 frecuencias de fertilización por semana.

**Tabla5:** Descripción de los tratamientos empleados en el estudio

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	<i>Trichoderma h.</i>
T2	<i>Gliocladium spp.</i>
T3	<i>Bacillus s.</i>
T4	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Gliocladium spp.</i>
T5	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Bacillus s.</i>
T6	<i>Bacillus s.</i> + <i>Gliocladium spp.</i>
T7	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Gliocladium spp.</i> + <i>Bacillus s.</i>
T8	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T9	<i>Gliocladium spp.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T10	<i>Bacillus s.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T11	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Gliocladium spp.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T12	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Bacillus s.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T13	<i>Bacillus s.</i> + <i>Gliocladium spp.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T14	<i>Trichoderma h.</i> + <i>Gliocladium spp.</i> + <i>Bacillus s.</i> + <i>Azospirillum spp.</i> + <i>Azotobacter spp.</i>
T15	Testigo
T16	Químico

### 2.4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la siguiente tabla 6, se muestra el esquema del análisis de varianza para este estudio.

**Tabla 6:** Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuentes de variación	Grados de libertad (G.L)
Total	63
Tratamientos	15
Observaciones	3
Error experimental	48

### 2.4.4. ANÁLISIS FUNCIONAL

El coeficiente de variación se expresó en porcentaje y se realizó la prueba de Tukey al 5% para todas las variables que presentaron diferencias significativas.

## **2.5. ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO**

### **2.5.1. Hongos**

Se utilizaron dos tipos de hongos (*Trichoderma harzianum* y *Gliocladium* spp.), los cuales fueron nativos de los suelos de la finca de Cusubamba.

### **2.5.2. Bacterias**

Se emplearon tres tipos de bacterias (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.), los cuales fueron extraídos de Pactag, un pueblo del cantón Saquisilí perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

El laboratorio de microbiología de la empresa SAVISA S.A, se encargó del aislamiento, crecimiento y producción de los microorganismos anteriormente mencionados.

Las unidades formadoras de colonias (UFC), de cada uno de los microorganismos, fueron estándares. El empaque de los microorganismos se realizó en fundas desechables (hongos con sustrato de arroz semi cocido) y en botellones de plástico (bacterias en solución madre) para su utilización en cada tratamiento.

En la tabla 7, se detalla el contaje de cada uno de los microorganismos con sus respectivos sustratos.



**Tabla 7:** Población de los microorganismos, cantidad empleada por tratamiento y la presentación en sustrato.

MICROORGANISMOS	UFC/ml	Cantidad empleada /tratamiento	Sustrato
<i>Trichoderma harzianum</i>	$7,2 \times 10^8$	280 g	Arroz
<i>Gliocladium</i> spp.	$1,2 \times 10^8$	280 g	Arroz
<i>Bacillus subtilis</i>	$5,8 \times 10^9$	5 l	Solución madre
<i>Azospirillum</i> spp.	$7,6 \times 10^{11}$	1,5 l	Solución madre
<i>Azotobacter</i> spp.	$7,6 \times 10^{11}$	1,5 l	Solución madre

\*Datos tomados de la producción de microorganismos del laboratorio de SAVISA.S.A.

### 2.5.3. APLICACIÓN EN CAMPO

Los microorganismos de los distintos tratamientos fueron aplicados por riego, con una mezcla de 40 l de agua y 40 cm<sup>3</sup> de melaza, la cual ayuda al establecimiento de los microorganismos al suelo. El riego se realizó en forma manual con una regadera jardinera, con frecuencia de una vez por semana durante 8 semanas, empezando en la misma fecha en que se efectuó la poda general del lote.

En el anexo IV, se puede apreciar la manera de aplicar los microorganismos en el lote.

### 2.6. EVALUACIÓN DE LAS 7 VARIABLES PROPUESTAS POR LA EMPRESA PARA LAS PLANTAS EN CADA TRATAMIENTO

Los datos de: tamaño de tallo, tamaño de la espiga y grosor del tallo, se anotaron durante el proceso de cosecha de las flores. En cambio, los datos de número de rebrotes por planta, tamaño de las raíces, ciclo de producción y porcentaje de mortalidad de plantas, se registraron una vez finalizado el ciclo de producción de las plantas estudiadas.

### **2.6.1. TAMAÑO DEL TALLO**

Según los parámetros de comercialización de la empresa, se utilizó 3 tipos de tamaños diferentes de tallos 60, 70 y 80 centímetros. La longitud del tallo se midió con una cinta métrica, desde la parte superior, donde presentaba su primera flor, hasta la base del mismo.

### **2.6.2. TAMAÑO DE LA ESPIGA**

Se midió con una cinta métrica, la primera flor ubicada en la punta de la espiga hasta la base donde se hallaba la última flor. Los resultados se registraron en centímetros.

### **2.6.3. GROSOR DEL TALLO**

El grosor del tallo se midió en centímetros, con un calibrador tipo Vernier.

### **2.6.4. NÚMERO DE REBROTOS POR PLANTA**

El número de rebrotes por planta se registró en unidades. Se tomó el 10% de las plantas existentes en cada tratamiento al azar.

### **2.6.5. TAMAÑO DE LAS RAÍCES**

Concluido el ciclo del cultivo, se seleccionó al azar un número de plantas con raíz, correspondientes al 10% de cada tratamiento. Las raíces fueron medidas en centímetros, con una cinta métrica.

#### **2.6.6. CICLO DE PRODUCCIÓN**

Se midió anotando los días en los cuales hubo producción de flores en cada uno de los tratamientos, durante un ciclo de cultivo.

#### **2.6.7. PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE PLANTAS**

Se contó el número de plantas muertas para cada uno de los tratamientos y se registró el porcentaje de mortalidad de plantas.

#### **2.7. ANÁLISIS FINAL DEL SUELO**

Una vez terminado el ensayo, se recogieron muestras del suelo en el lote de estudio. El procedimiento para la recolección de muestras de suelo, fue el citado anteriormente en el punto 2.2.

El conteo de los microorganismos (*Trichoderma harzianum*, *Gliricium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* spp. y *Azospirillum* spp.), se realizó en el laboratorio de microbiología de SAVISA S.A., en base al tratamiento con mejor resultado para cada variable que presentó significancia estadística e importancia a la empresa.

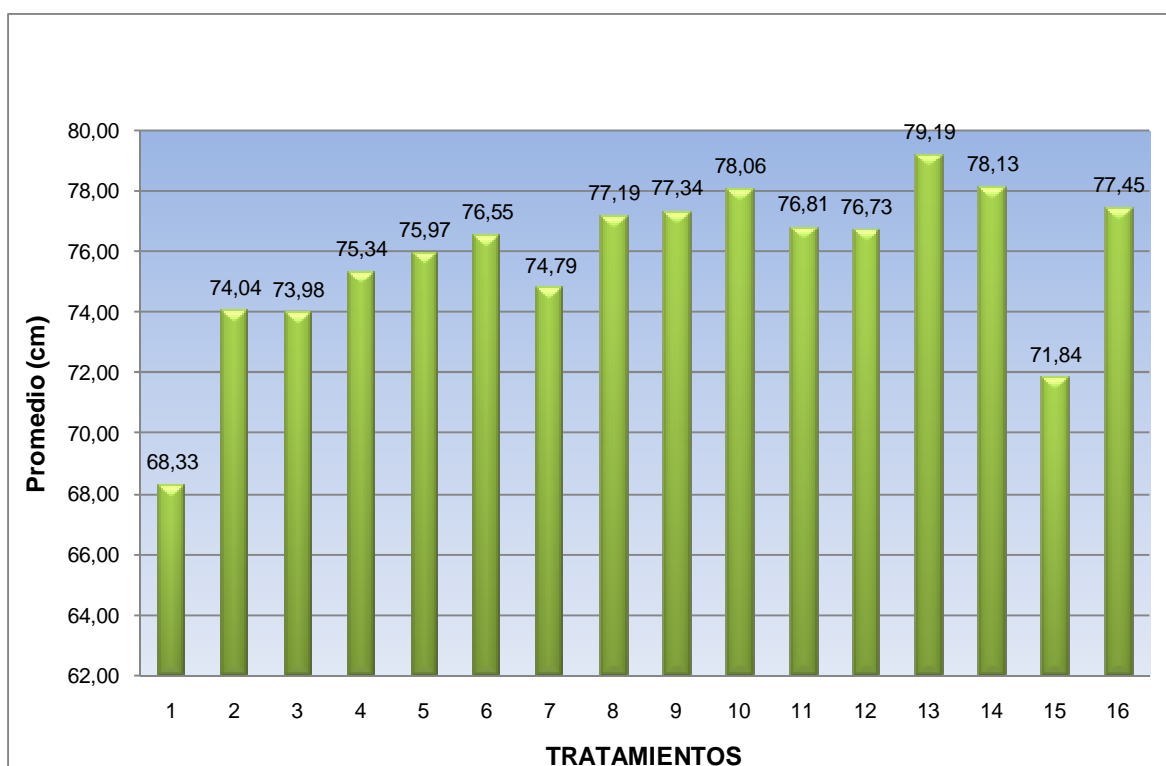
#### **2.8. ANÁLISIS FINANCIERO**

El análisis financiero se realizó a partir de los costos de producción de cada uno de los tratamientos en estudio, tomando en cuenta los insumos utilizados en el proceso de investigación y el ingreso de venta de los tallos obtenidos durante el ensayo. Dichos costos, subsiguientemente fueron proyectados para una hectárea del cultivo en estudio, durante un ciclo de producción. De esta manera se determinó la relación beneficio/costo. Además, se consideró un 10% de pérdida en el rendimiento obtenido (tallos/ha) correspondiente al: 5% en la cosecha y 5% en la poscosecha.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 TAMAÑO DEL TALLO

En la figura 7, se observan los valores promedios del tamaño del tallo, en la cual el tratamiento T13 (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) logra el mejor resultado con 79,19 cm mientras que los tratamientos T15 (testigo) y T16 (químico), obtienen resultados inferiores a este.



**Figura 7.** Promedios de la variable tamaño del tallo para los 16 tratamientos planteados

En la tabla 8 se presenta el análisis de varianza para esta variable, la cual indica que existe alta significancia estadística entre los diferentes tratamientos planteados.

El coeficiente de variación fue de 4,65% lo que corrobora la validez del ensayo. El promedio general obtenido fue de 75,73 centímetros.

**Tabla 8:** Análisis de varianza para la variable tamaño del tallo, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	29,48**
Error total	48	6,55
Promedio		75,73
C.V (%)		4,65%

\*\* Significativo al 5%

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, como se muestra en la tabla 9, se determinaron 4 rangos de significación, siendo el tratamiento T13 (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.), el del valor promedio más alto con 79,19 cm; seguido del tratamiento T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 78,13 cm; frente a los tratamientos: T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) que presentó un promedio de 71,84 cm y T16 (tratamiento químico) con 77,45 cm

El tratamiento que obtuvo el promedio más bajo fue el T1 (*Trichoderma harzianum*) con 68,33 cm

En el anexo VI, se presentan al detalle éstos resultados.

**Tabla 9:** Promedios de la variable tamaño del tallo, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	TAMAÑO DEL TALLO (cm)
T1	68,33 <b>a</b>
T15	71,84 <b>ab</b>
T3	73,98 <b>ab</b>
T2	74,04 <b>ab</b>
T7	74,79 <b>abc</b>
T4	75,34 <b>abc</b>
T5	75,97 <b>bcd</b>
T6	76,55 <b>bcd</b>
T12	76,73 <b>bcd</b>
T11	76,81 <b>bcd</b>
T8	77,19 <b>bcd</b>
T9	77,34 <b>bcd</b>
T16	77,45 <b>bcd</b>
T10	78,06 <b>cd</b>
T14	78,13 <b>cd</b>
T13	79,19 <b>d</b>

\* Las diferentes letras en la columna de la derecha, indican diferencias significativas Tukey ( $p < 0,005$ )

Ramos (1999), indica que las bacterias son más eficaces que los hongos, en la utilización de los compuestos de peso molecular bajo (ácidos orgánicos, azúcares, fenoles, aminoácidos y gases como etileno, CO<sub>2</sub> y HCN) y también en el uso de fuentes de carbono, nitrógeno y de compuestos procedentes de la planta vía exudación, para su interacción con las raíces de la misma.

Por lo tanto, el tratamiento T13, al poseer una composición con más bacterias que hongos, muestra que fue más efectivo en resultados obtenidos para esta variable, en comparación con aquellos tratamientos que contenían solo una bacteria o un hongo.

En la figura 8, se presentan los 3 tipos de tamaños de tallos de 60, 70 y 80 cm, según los parámetros de comercialización de la empresa SAVISA S.A.



**Figura 8.** Foto de los 3 tipos de tamaños de tallo: 60, 70 y 80 cm, según los parámetros de comercialización de la empresa SAVISA S.A.

### 3.2 TAMAÑO DE LA ESPIGA

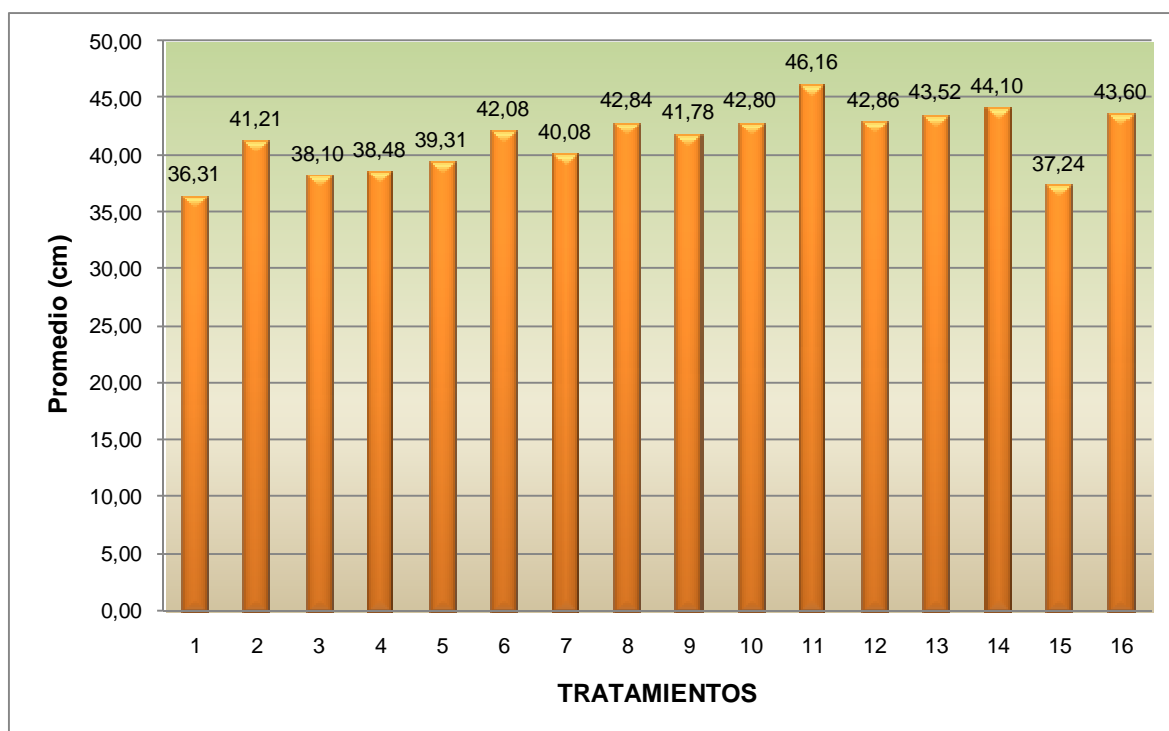
El ADEVA indicado en la tabla 10, muestra alta significancia estadística entre los diferentes tratamientos planteados. El promedio general logrado fue de 41,28 centímetros. El coeficiente de variación fue de 8,87% dando confiabilidad a los resultados del experimento.

**Tabla 10:** ADEVA para la variable tamaño de la espiga, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	30,55**
Error total	48	7,20
Promedio		41,28
C.V (%)		8,87%

\*\* Significativo al 5%

En la figura 9, se presentan los valores promedios del tamaño de la espiga, siendo el tratamiento T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) el de mejor valor promedio con 46,16 cm; en tanto que el tratamiento T15 (testigo) consigue 37,24 cm y el tratamiento T16 (químico) 43,60 cm



**Figura 9.** Promedios de la variable tamaño de la espiga para los 16 tratamientos planteados.

Como se indica en la tabla 11, al ejecutar la prueba de Tukey al 5%, se obtuvo 7 rangos de significación estadística. El tratamiento T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) logra el valor promedio más alto con 46,16 cm seguido del tratamiento T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 44,10 cm; frente a los tratamientos: T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) que posee un promedio de 37,24 cm y T16 (tratamiento químico) con 43,60 cm

El tratamiento que obtuvo el promedio más bajo fue el T1 (*Trichoderma harzianum*) con 36,31 cm



En el anexo VII se presentan todos los resultados obtenidos para esta variable.

**Tabla 11:** Promedios de la variable tamaño de la espiga, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	TAMAÑO DE LA ESPIGA (cm)
T1	36,31 a
T15	37,24 a
T3	38,10 ab
T4	38,48 abc
T5	39,31 abcd
T7	40,08 abcde
T2	41,21 bcdef
T9	41,78 bcdef
T6	42,08 cdef
T10	42,80 defg
T8	42,84 defg
T12	42,86 defg
T13	43,52 efg
T16	43,60 efg
T14	44,10 fg
T11	46,16 g

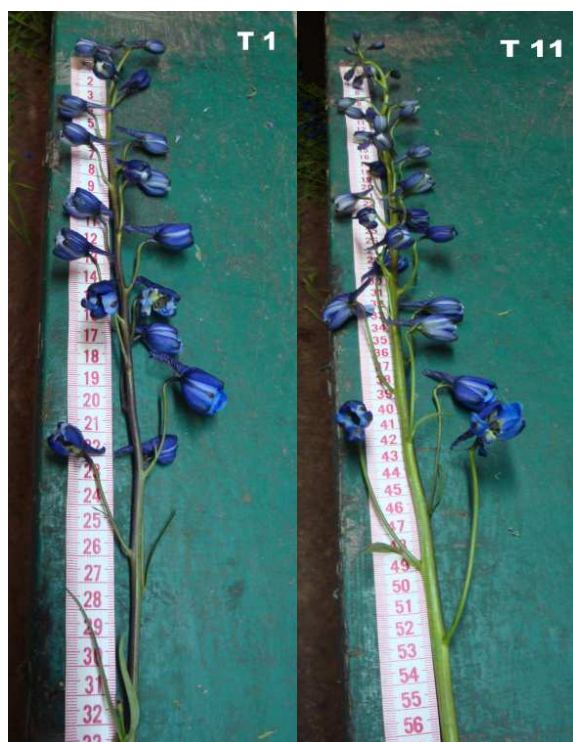
\* Las diferentes letras en la columna de la derecha, indican diferencias significativas Tukey ( $p < 0,005$ )

De acuerdo con González (2007) e Infojardin (2009), *Trichoderma harzianum* ayuda a descomponer la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta y por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo. Además es compatible con *Azotobacter* spp. y otros biofertilizantes.

Delgado *et al.* (2003) y Espín (2000) consideran que las bacterias del género *Azotobacter* spp. son fijadores no simbióticos de nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en amoníaco. Igualmente es necesario que sea adecuada la concentración de las bacterias en la zona de la rizosfera de las planta para que se den los efectos positivos en esta.

Por lo tanto, los resultados obtenidos se deben a que las concentraciones de las bacterias y de los hongos a nivel de la rizosfera de las plantas fueron mayores para este tratamiento que en los demás, por lo que se lograron mejores rendimientos.

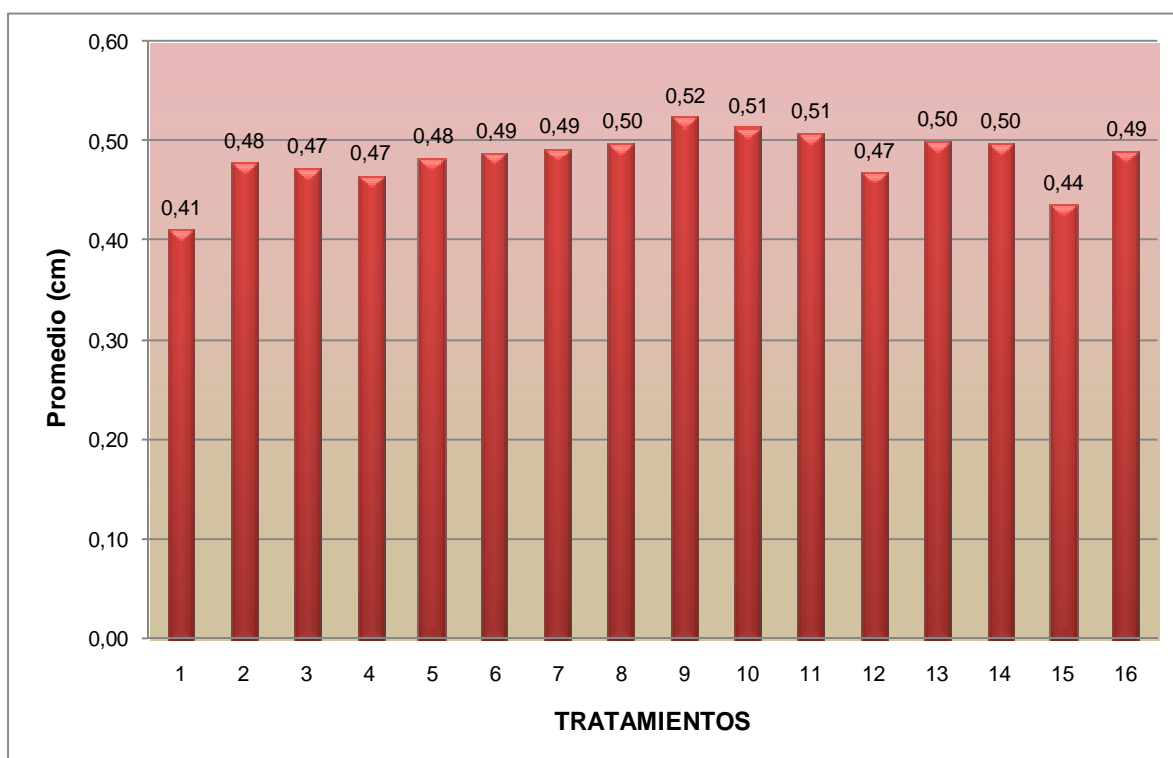
En la Figura 10, se muestran dos tamaños de espiga diferentes, pertenecientes al tratamiento T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) y al tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*).



**Figura 10.** Foto de dos tamaños distintos de espiga. A la izquierda espiga perteneciente al tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) con una longitud de 27 centímetros. A la derecha espiga perteneciente al tratamiento T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con una longitud de 53 centímetros.

### 3.3 GROSOR DEL TALLO

En figura 11, se exponen los valores promedios del grosor del tallo, en donde el tratamiento T9 (*Gliocladium spp.*, *Azospirillum spp.* y *Azotobacter spp.*) presenta el mejor resultado con 0,52 cm; en cambio los tratamientos: T15 (testigo) logra 0,44 cm y T16 (químico) obtiene 0,49 cm



**Figura 11.** Promedios de la variable grosor del tallo, para los 16 tratamientos planteados.

El ADEVA para esta variable, como se indica en la tabla 12, encuentra significancia estadística para los diferentes tratamientos planteados. El promedio general conseguido fue de 0,48 centímetros. El coeficiente de variación fue de 9,11% el cual avala el proceso de investigación.

**Tabla 12:** ADEVA para la variable grosor del tallo, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	0,003**
Error total	48	0,001
Promedio		0,48
C.V (%)		9,11%

\*\* Significativo al 5%

En la tabla 13, se puede apreciar 5 rangos de significación estadística, al aplicar la prueba de Tukey al 5%, siendo el tratamiento T9 (*Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) que alcanza el valor promedio más alto con 0,52 cm versus los tratamientos: T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) que presenta un promedio de 0,44 cm y T16 (tratamiento químico) con 0,49 cm

Los tratamientos: T10 (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) y T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.), presentan valores promedios iguales, sin embargo la significancia estadística, entre ambos, indica que mejor fue el tratamiento T10 con 0,51 cm

El tratamiento que obtuvo el promedio más bajo fue el T1 (*Trichoderma harzianum*), con 0,41 cm

Los resultados que se obtuvieron para este caso, se detallan en el anexo VIII.

**Tabla 13:** Promedios para la variable grosor del tallo, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	GROSOR DEL TALLO (cm)
T1	0,41 <b>a</b>
T15	0,44 <b>ab</b>
T4	0,47 <b>bc</b>
T12	0,47 <b>bcd</b>
T3	0,47 <b>bcd</b>
T2	0,48 <b>bcde</b>
T5	0,48 <b>cde</b>
T6	0,49 <b>cde</b>
T16	0,49 <b>cde</b>
T7	0,49 <b>cde</b>
T14	0,50 <b>cde</b>
T8	0,50 <b>cde</b>
T13	0,50 <b>cde</b>
T11	0,51 <b>cde</b>
T10	0,51 <b>de</b>
T9	0,52 <b>e</b>

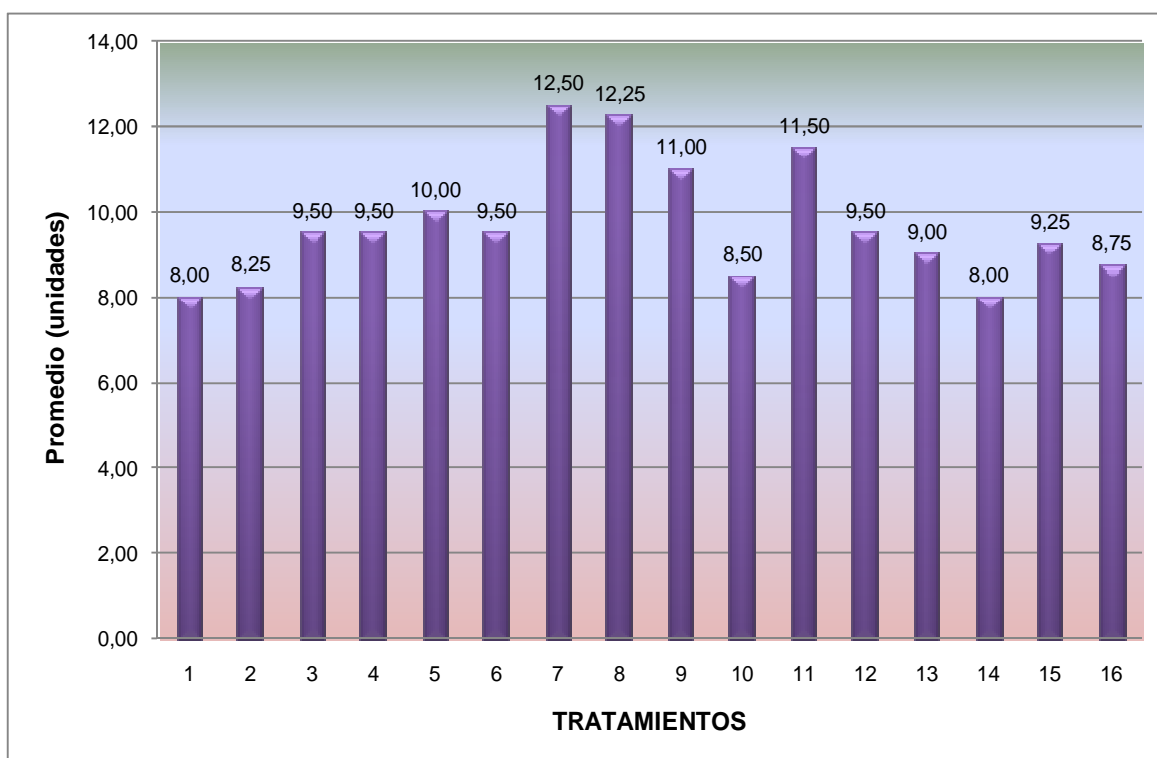
\* Las diferentes letras en la columna de la derecha, indican diferencias significativas Tukey ( $p < 0,005$ )

Según Gilman y Abbott (1927), *Gliricium* spp., posee la capacidad solubilizadora de fosfatos. Saura *et al.* (2003) cita que el *Azospirillum* spp., puede producir auxinas, las cuales estimulan el crecimiento de las plantas. Espín (2008) describe al *Azotobacter* spp., como fijador no simbiótico de nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en amoníaco.

Es decir que éstos microorganismos en conjunto, han ayudado a las plantas a que obtengan de una manera más eficaz los nutrientes que estas necesitan para su crecimiento y floración, tal como lo indican los resultados obtenidos.

### 3.4 NÚMERO DE REBROTOS POR PLANTA

En la figura 12, se muestran los valores promedios del número de rebrotes por planta, obteniendo el mejor promedio el tratamiento T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp. y *Bacillus subtilis*), con 12,50 unidades, mientras que los tratamientos T15 (testigo) y T16 (químico) presentan promedios inferiores a este.



**Figura 12.** Promedios de la variable número de rebrotes por planta para los 16 tratamientos planteados.

Al realizar el ADEVA del número de rebrotes por planta, como se muestra en la tabla 14, no se encuentra significación estadística para los diferentes tratamientos propuestos. Sin embargo el promedio general obtenido fue de 9,69 unidades. El coeficiente de variación fue de 26,45% que es aceptable para este tipo de investigación y da confiabilidad a los resultados obtenidos.

**Tabla 14:** ADEVA para la variable número de rebrotes por planta, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	8,12 <b>n.s</b>
Error total	48	5,94
Promedio		9,69
C.V (%)		26,45%

**n.s** no significativo

Aún que no haya significancia estadística entre tratamientos, como lo indica la tabla 15, se observaron altos valores para los tratamientos: T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp. y *Bacillus subtilis*) con 12,50 unidades, T8 (*Trichoderma harzianum*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 12,25 unidades y T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 11,50 unidades. Dichos tratamientos registran los valores más altos en comparación con el tratamiento T15 (Testigo) que logra obtener 9,25 unidades y T16 (químico) con 8,75 unidades.

Los tratamientos T1 (*Trichoderma harzianum*), T2 (*Gliocladium* spp.), T10 (*Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) y T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.), registraron valores aproximados entre sí.

En el anexo IX, se exhibe por completo los resultados obtenidos para este caso.

**Tabla 15:** Promedios para la variable número de rebrotes por planta, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	NUM. REBRT/PLANT (unidades)
T1	8,00
T14	8,00
T2	8,25
T10	8,50
T16	8,75
T13	9,00
T15	9,25
T3	9,50
T12	9,50
T6	9,50
T4	9,50
T5	10,00
T9	11,00
T11	11,50
T8	12,25
T7	12,50

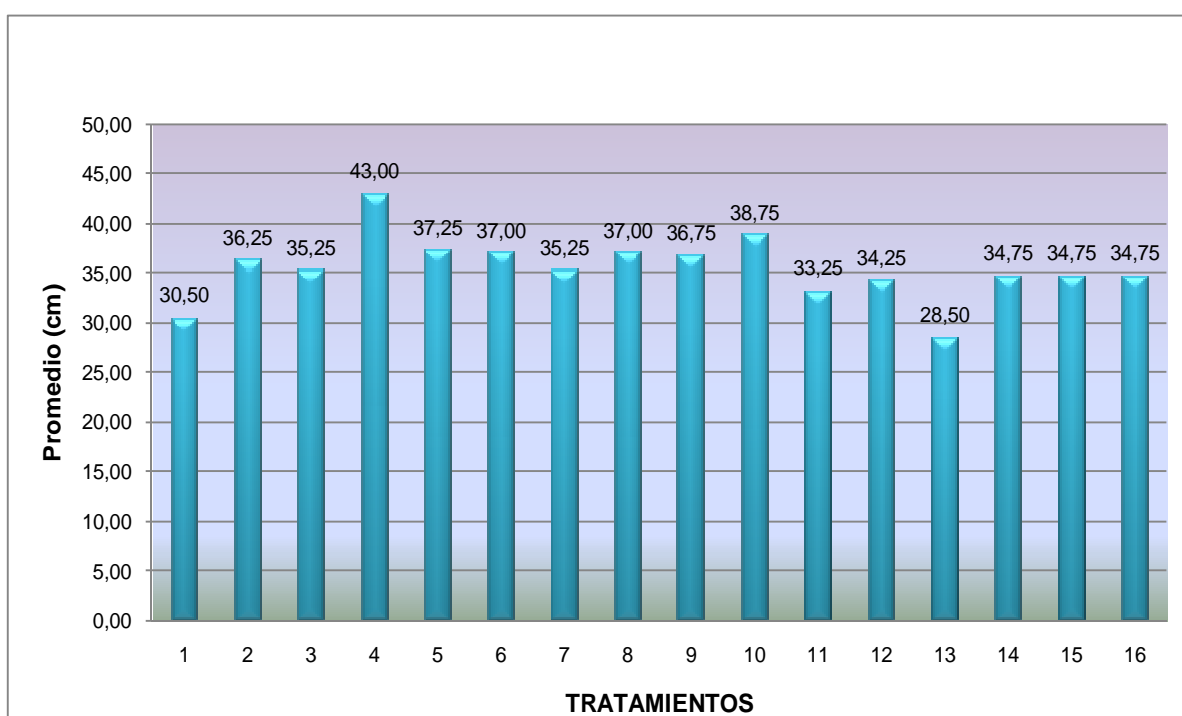
Según el Manual Agropecuario (2002), uno de los propósitos de la poda es lograr un equilibrio en el potencial vegetativo y productivo de las plantas. Pezo e Ibrahim (1999), cita que es conveniente dejar algo de área foliar residual luego de la poda, pues ello favorece la velocidad de rebrote, ya que el crecimiento va a depender más de los beneficios de la fotosíntesis.

Por lo tanto el número de rebrotes de cada una de las plantas dependió de la poda, la cual aceleró la aparición de los rebrotes, dando como resultado una heterogeneidad en los datos que se tomaron.



### 3.5 TAMAÑO DE LAS RAÍCES

En la figura 13, se exhiben los valores promedios del tamaño de raíces, logrando el Tratamiento T4 (*Trichoderma harzianum* y *Gliocladium* spp.), el valor promedio más alto con 43 cm, mientras que los tratamientos: T15 (testigo) y T16 (químico) alcanzan valores de 34,75 cm cada uno.



**Figura 13.** Promedios de la variable tamaño de las raíces para los 16 tratamientos planteados.

En la tabla 16, se muestra el análisis de varianza realizado para esta variable, la misma que expone la ausencia de diferencias significativas, lo que indica que se podría utilizar cualquiera de los tratamientos propuestos.

El promedio general logrado en esta variable fue de 35,45 cm y el coeficiente de variación fue de 21,9% aceptable para este tipo de investigación y garantiza los resultados obtenidos.

**Tabla 16:** ADEVA para la variable tamaño de la raíz, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	42,37 <b>n.s</b>
Error total	48	65,71
Promedio		35,45
C.V (%)		21,90%

**n.s** no significativo

En la tabla 17, se observa que el tratamiento T4 (*Trichoderma harzianum* y *Gliocladium* spp.) fue el más destacado con 43,0 cm

Los tratamientos que registraron valores bajos fueron T13 (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 28,5 cm y T1 (*Trichoderma harzianum*) con 30,5 cm

Los tratamientos T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) y T16 (tratamiento químico), los valores registrados son similares.

En el anexo X, se expone detalladamente los valores para los tratamientos evaluados en esta variable.

**Tabla 17:** Promedios para la variable tamaño de la raíz, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	TAMAÑO DE LA RAÍZ (cm)
T13	28,50
T1	30,50
T11	33,25
T12	34,25
T16	34,75
T15	34,75
T14	34,75
T7	35,25
T3	35,25
T2	36,25
T9	36,75
T6	37,00
T8	37,00
T5	37,25
T10	38,75
T4	43,00

Según Ramos (1999), el mecanismo de acción directo del *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp. y *Bacillus* por excelencia es la producción de fitohormonas, ejerciendo un efecto estimulador de crecimiento especialmente marcado cuando las plantas están en estado de plántula.

Al realizar esta evaluación, se observó en los tratamientos con microorganismos (T1-T14) un buen volumen de raíces con abundantes pelos absorbentes, seguramente esto se debe a que las plantas tratadas con los diferentes microorganismos estaban en desarrollo. Sin embargo el tratamiento T16 (testigo químico) poseyendo plantas con igual estado de desarrollo a las demás, presentaba algunas raíces necróticas muy cortas con poca presencia de pelos absorbentes. Esta diferencia entre raíces, se puede apreciar en la figura 14.

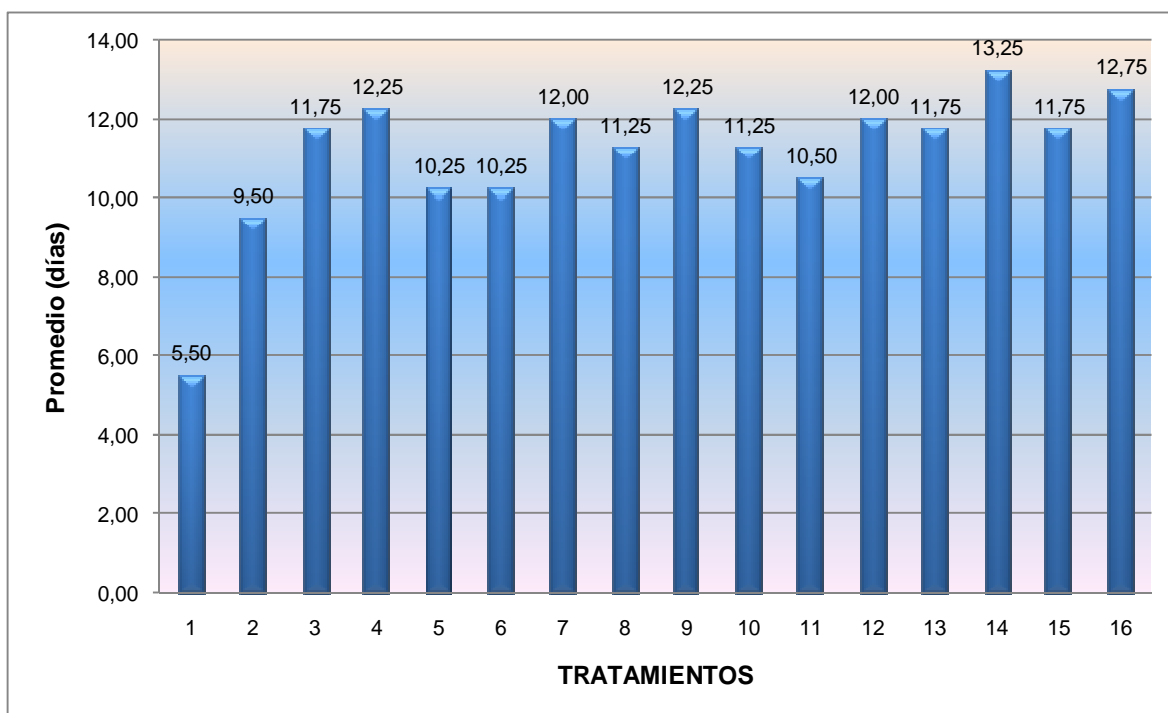


**Figura 14.** Fotos de dos tamaños de raíces distintos. A la izquierda se encuentra una raíz perteneciente al tratamiento T16 (químico) con un largo aproximado de 20 centímetros. A la derecha se muestra una raíz perteneciente al tratamiento T4 (*Trichoderma harzianum* y *Gliocladium* spp.) con un largo aproximado de 46 centímetros.

### 3.6 CICLO DE PRODUCCIÓN

En la figura 15, se observan los valores promedios del ciclo de producción, siendo el tratamiento T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) el de mejor valor promedio con 13 días, en tanto que los tratamientos: T15 (testigo) y T16 (químico) registraron valores inferiores a este.

En la tabla 18 se describe el ADEVA realizado para esta variable, la cual muestra significación estadística para los diferentes tratamientos planteados. El promedio general alcanzado fue de 11,14 días. El coeficiente de variación fue de 19,45% el cual ratifica la validez del ensayo.



**Figura 15.** Promedios de la variable ciclo de producción para los 16 tratamientos planteados.

**Tabla 18:** ADEVA para la variable ciclo de producción, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Total	63	
Tratamientos	15	12,97**
Error total	48	1,90
Promedio		11,14
C.V (%)		19,45%

\*\* Significativo al 5%

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, como se observa en la tabla 19, se determinaron 6 rangos de significación. El mejor resultado lo consiguió el tratamiento T14 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y

*Azotobacter* spp.) con un promedio de 13,25 días frente a los tratamientos T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) con 11,75 días y T16 (tratamiento químico) con 12,75 días. El tratamiento que no mostró un buen resultado fue el T1 (*Trichoderma harzianum*), con 5,50 días.

En el anexo XI, se exhibe por completo los resultados obtenidos para este caso.

**Tabla 19:** Promedios para la variable ciclo de producción, obtenidos en la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	CICLO DE PRODUCCIÓN (días)
T1	5,50 <b>a</b>
T2	9,50 <b>b</b>
T5	10,25 <b>bc</b>
T6	10,25 <b>bc</b>
T11	10,50 <b>bcd</b>
T10	11,25 <b>bcde</b>
T8	11,25 <b>bcde</b>
T13	11,75 <b>cdef</b>
T3	11,75 <b>cdef</b>
T15	11,75 <b>cdef</b>
T12	12,00 <b>cdef</b>
T7	12,00 <b>cdef</b>
T9	12,25 <b>def</b>
T4	12,25 <b>def</b>
T16	12,75 <b>ef</b>
T14	13,25 <b>f</b>

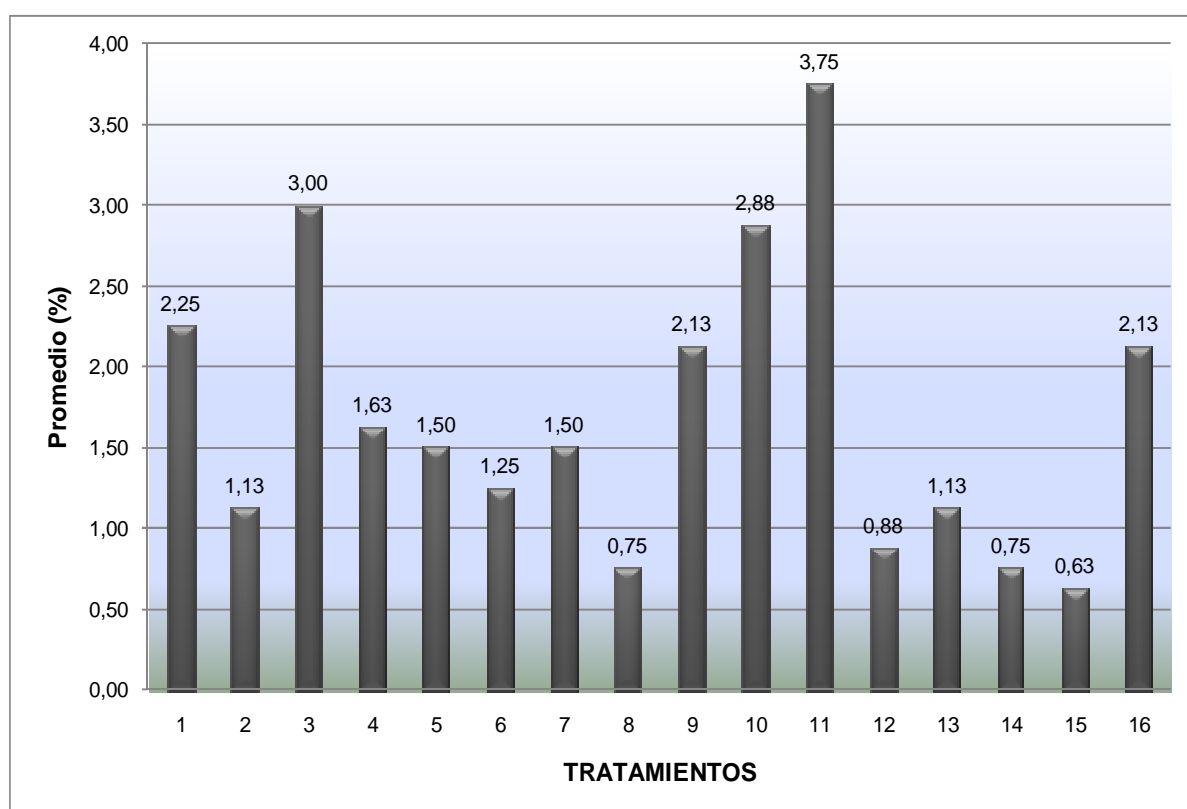
\* Las diferentes letras en la columna de la derecha, indican diferencias significativas Tukey ( $p \leq 0,005$ )

Retuerto *et al.* (2003), indica que las plantas bajo situaciones de estrés, tales como escasez de recursos o bajas temperaturas, modifican el patrón de crecimiento vegetativo y reproductivo acelerándolo. Las plantas pueden compensar los efectos perjudiciales de condiciones desfavorables pasadas, dependiendo de la intensidad, duración y tipo de estrés experimentado.

Esto podría explicar que algunas plantas se desarrollen más pronto que otras y por lo tanto el ciclo de producción de las mismas sea más corto.

### 3.7 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE PLANTAS

En la figura 16 se presenta los valores promedios del porcentaje de mortalidad de plantas, en donde el tratamiento T15 (testigo) obtiene el menor porcentaje de mortalidad (0,63%) con respecto a los tratamientos: T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) con 3,75% y T16 (químico) con 2,13%



**Figura 16.** Promedios de la variable mortalidad de plantas para los 16 tratamientos planteados.

En la tabla 20, se evidencia el ADEVA para esta variable, encontrando significancia estadística entre los diferentes tratamientos presentados. El promedio general conseguido fue de 1,70 %. El coeficiente de variación obtuvo un resultado alto de 66,31%; debido a las condiciones intrínsecas y de manejo que presentó esta variable.

**Tabla 20:** ADEVA para la variable porcentaje de mortalidad de plantas, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>
Total	63	
Tratamientos	15	3,34**
Error total	48	0,62
Promedio		1,70
C.V (%)		66,31%

\*\* Significativo al 5%

En la tabla 21, se muestra que al realizar la prueba de Tukey al 5%, se encontró 5 rangos de significancia estadística, considerando al tratamiento T11 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) como uno de los tratamientos de mayor porcentaje de mortalidad con 3,75% frente a los tratamientos: T15 (tratamiento de materia orgánica o testigo) que presenta un promedio de 0,63% y T16 (tratamiento químico) con 2,13%.

En el anexo XII, se detalla los resultados de esta variable en los diferentes tratamientos en estudio.



**Tabla 21:** Promedios para la variable mortalidad de plantas, obtenidos al realizar la prueba de Tukey al 5%, en la evaluación de los 16 tratamientos planteados.

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD DE PLANTAS (%)
T15	0,63 <b>a</b>
T8	0,75 <b>a</b>
T14	0,75 <b>a</b>
T12	0,88 <b>a</b>
T2	1,13 <b>ab</b>
T13	1,13 <b>ab</b>
T6	1,25 <b>abc</b>
T5	1,50 <b>abc</b>
T7	1,50 <b>abc</b>
T4	1,63 <b>abc</b>
T9	2,13 <b>bcd</b>
T16	2,13 <b>bcd</b>
T1	2,25 <b>cd</b>
T10	2,88 <b>de</b>
T3	3,00 <b>de</b>
T11	3,75 <b>e</b>

\* Las diferentes letras en la columna de la derecha, indican diferencias significativas Tukey ( $p \leq 0,005$ )

El alto valor del coeficiente de variación se debe a la heterogeneidad de los datos tomados en campo para cada uno de los tratamientos en estudio.

El porcentaje de mortalidad que presenta el tratamiento T11, se puede considerar tolerable, en comparación con los porcentajes de mortalidad mayores al 5%, que registró la florícola SAVISA S.A en el lote de estudio antes del ensayo.

En el anexo XXIV, se detalla los porcentajes de mortalidad registrados por SAVISA S.A, en el lote de estudio antes del ensayo.

### 3.8 ANÁLISIS GENERAL DEL SUELO

Las muestras del suelo tomadas al inicio y al final del ensayo, pertenecientes al lote 36, se analizaron en el laboratorio del departamento de suelos del INIAP. En la tabla 22 se presentan los resultados de los análisis del suelo.

**Tabla 22:** Comparación de los resultados del análisis de suelo del lote en estudio.

		INICIO	FINAL	
ppm				
<b>Nutrientes</b>	N	44,00 M	51,00 M	
	P	185,00 A	199,00 A	
	S	29,00 A	6,40 B	
	meq/100ml			
	K	0,92 A	0,96 A	
	Ca	3,00 M	6,30 A	
	Mg	1,40 M	1,60 A	
	ppm			
	Zn	18,20 A	15,90 A	
	Cu	34,90 A	25,30 A	
	Fe	155,00 A	175,00 A	
	Mn	9,60 M	10,80 M	
	B	0,60 B	1,00 M	
	meq/100ml			
<b>Acidez Int.</b> <b>(Al+H)</b>	Na	0,17 B	0,06 B	
	dS/m			
	CE	0,88 NS	0,37 NS	
	(%)			
	MO	1,00 B	1,00 B	
pH	5,80 LA	6,80 PN		

\* INIAP, 2008

#### Interpretación

Elementos	B: bajo	M: medio	A: alto
pH	LA: lig. Ácido	PN: Pract. neutro	
C.E: conductividad eléctrica	NS: no salino		
M.O: materia orgánica	B: bajo		

Al comparar los resultados de los análisis de suelo, se observó que:

Hay un incremento para los nutrientes N, P, Ca, Mg, Fe, Mn y B.

En cambio se produjo una disminución para los nutrientes Cu, Zn y S. La baja del nutriente Zn no es tan considerable como el S, tal vez se deba a que el cultivo del *Delphinium* variedad Sea Waltz, consume mayormente este elemento.

Según Potash & Phosphate Institute (2003), la disminución del Cu, puede deberse al aumento del pH a valores cercanos o mayores a 7, lo cual reduce la solubilidad y acrecienta la fuerza con la cual el Cu es retenido por las arcillas. Esto podría explicar por que este elemento se encuentra en menor cantidad, ya que el pH de la muestra final del suelo es de 6,80.

El porcentaje de materia orgánica se mantuvo en el 1%, probablemente por que las plantas y los microorganismos la utilizaron para sus procesos de alimentación y crecimiento. En el anexo XIV se puede apreciar los resultados emitidos por el INIAP.

### **3.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO**

#### **3.9.1 Muestra inicial del suelo**

El laboratorio del departamento de microbiología del INIAP realizó el análisis de una muestra de suelo tomada del lote de estudio, para conocer la cantidad de los microorganismos propuestos del presente proyecto de titulación.

Los resultados de este análisis emitieron que el suelo del lote 36, en una dilución de  $10^{-4}$  g suelo/ml, la presencia de *Trichoderma harzianum* fue de 7 UFC/g suelo. En cambio para una dilución de  $10^{-5}$  g suelo/ml, *Trichoderma harzianum* presento un valor de 1 UFC/g suelo y de *Bacillus subtilis* en 5 UFC/g suelo. En general se presentan estos resultados en la siguiente tabla 23.

**Tabla 23:** Resultados del análisis microbiológico en la muestra inicial del suelo

MICROORGANISMOS	UFC/g suelo analizado
<i>Trichoderma harzianum</i>	$7 \times 10^4$
<i>Bacillus subtilis</i>	$5 \times 10^5$

\* INIAP, 2008

Además se hallaron otros tipos de hongos, que se encuentran comúnmente en el suelo, como *Mucor* spp, *Populaspota* spp, los cuales son hongos saprofitos, registraron cantidades de (3 y 1 UFC/g) respectivamente, en una dilución de  $10^{-4}$  g suelo/ml

Los demás microorganismos (*Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.) no fueron reportados en este análisis de suelo, ya que no se detectó presencia de estos. En el anexo XV se detallan los resultados anteriormente mencionados.

### 3.9.2 Variable tamaño del tallo

Según los resultados obtenidos en el análisis estadístico para ésta variable, (ver punto 3.1.1) se destacó el tratamiento T13, el cual estaba compuesto de *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* spp., y *Azospirillum* spp.

El laboratorio de microbiología de la florícola SAVISA S.A. se encargó del contaje de los diferentes microorganismos utilizados en este tratamiento. Los resultados se presentan en la tabla 24.

**Tabla 24:** Resultados del contaje de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T13

MICROORGANISMOS	UFC/g suelo analizado
<i>Azotobacter</i> spp.	$7 \times 10^5$
<i>Gliocladium</i> spp.	$2 \times 10^4$
<i>Bacillus subtilis</i>	$5 \times 10^6$

\* Laboratorios SAVISA S.A, 2008

Los microorganismos *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, y *Azotobacter* spp., se establecieron en el suelo, razón por la cual se obtuvo resultados en el conteo de UFC/g suelo, no siendo el mismo caso para el microorganismo *Azospirillum* spp., el cual reflejó ausencia en dicho conteo.

Además las UFC/g de suelo del *Bacillus subtilis* aumentaron en un  $4,5 \times 10^6$  UFC/g suelo, en comparación al obtenido en el análisis inicial.

En el anexo XVI, se muestra el reporte del conteo de los microorganismos antes mencionados.

### 3.9.3 Variable tamaño de la espiga

Para esta variable, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el T11, constituido por *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp., y *Azotobacter* spp. (Ver punto 3.1.2). En la tabla 25 se muestran los resultados del conteo de microorganismos para el tratamiento T11.

**Tabla 25:** Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T11

MICROORGANISMOS	UFC/g suelo analizado
<i>Azotobacter</i> spp.	$10 \times 10^4$
<i>Gliocladium</i> spp.	$2 \times 10^4$
<i>Trichoderma harzianum</i>	$4 \times 10^4$

\* Laboratorios SAVISA S.A, 2008

El microorganismo *Azospirillum* spp. no fue reportado, debido a que no se encontró presencia del mismo en la muestra de suelo analizada.

El microorganismo *Trichoderma harzianum*, presenta una diferencia de  $3 \times 10^4$  UFC/g de suelo, en comparación al análisis inicial, la cual no es significativa ya que la dilución reportada en el análisis inicial y final del suelo, es la misma.

En el anexo XVII, se presenta el reporte del conteo de los microorganismos para este tratamiento.

### 3.9.4 Variable grosor del tallo

Al realizar el análisis estadístico para esta variable, el tratamiento que mejores efectos logró fue el T9, formado por *Gliocladium* spp., *Azospirillum* spp., y *Azotobacter* spp. (Ver punto 3.1.3). En la tabla 26, se exhiben los resultados del conteo de los microorganismos para este tratamiento.

**Tabla 26:** Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T9

MICROORGANISMOS	UFC/g suelo analizado
<i>Azotobacter</i> spp.	$13 \times 10^5$
<i>Gliocladium</i> spp.	$5 \times 10^4$

\* Laboratorios SAVISA S.A, 2008

Al realizar el análisis microbiológico para este tratamiento, no se halló presencia de *Azospirillum* spp., por lo que tampoco se reportó ningún dato al respecto. En el anexo XVIII se puede apreciar los resultados de éste conteo.

### 3.9.5 Variable ciclo de producción

Como se indica en el punto 3.1.6, el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue el T14, compuesto por *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* spp. y *Azospirillum* spp.

En la tabla 27, se presenta el conteo de los diferentes microorganismos que conforman el tratamiento T14.

**Tabla 27:** Resultados del conteo de los microorganismos pertenecientes al tratamiento T14

MICROORGANISMOS	UFC/g suelo analizado
<i>Azotobacter</i> spp.	$5 \times 10^5$
<i>Gliocladium</i> spp.	$2 \times 10^4$
<i>Trichoderma harzianum</i>	$4 \times 10^4$
<i>Bacillus subtilis</i>	$3 \times 10^6$

\* Laboratorios SAVISA S.A, 2008

Al igual que en los anteriores reportes, el *Azospirillum* spp. no fue encontrado al realizar el análisis microbiológico.

El *Bacillus subtilis* reporta un aumento de  $2,5 \times 10^6$  UFC/g suelo, con respecto al obtenido en el análisis inicial. Además al comparar las UFC/g suelo del *Trichoderma harzianum* obtenidas para este caso con los resultados del análisis inicial, se puede decir que no tiene un aumento significativo ni tampoco una disminución, ya que se encuentra en la misma dilución y el número de colonias formadas no posee una gran diferencia.

En el anexo XIX, se muestra el reporte para este tratamiento con sus respectivos microorganismos.

### 3.10 ANÁLISIS FINANCIERO

En la tabla 28, se representan los costos directos e indirectos de los tratamientos con microorganismos y materia orgánica. Mientras que en la tabla 29, se muestran los costos directos e indirectos del tratamiento con fertilización química

En la tabla 30, se observa la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos en estudio. El mejor resultado pertenece al tratamiento T7 (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp. y *Bacillus subtilis*) con \$ 6,39; lo que quiere decir que por cada dólar invertido, se recupera 5,39 dólares más. Luego el tratamiento T4

(*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp.) presenta un valor de \$ 6,21. Por consiguiente se recupera 5,21 dólares por un dólar de inversión.

En cambio, el tratamiento químico consigue una relación de beneficio/costo total de \$ 4,40 y el tratamiento de materia orgánica \$ 4,49. Es decir que entre estos dos tratamientos, el que presenta mayor rentabilidad es el tratamiento de materia orgánica, ya que tiene una diferencia con el tratamiento químico de 0,09 centavos de dólar.

El tratamiento que tiene menor relación beneficio/costo es el T1 (*Trichoderma harzianum*) con \$ 2,08. Lo que indica que por cada dólar invertido, solo se recupera 1,08 de dólar.

Cabe señalar que para sacar los costos totales de cada tratamiento que posee microorganismos, se adicionó el costo de los mismos utilizados en 1Ha, los cuales se detallan en el anexo XX

En el anexo XXI, se muestran los rendimientos (tallos/ha) de *Delphinium*, con base en la producción obtenida en cada uno de los tratamientos en estudio y los valores de ingreso por venta en función a la longitud de tallo y su valor comercial respectivo.



**Tabla 28:** Costos de producción de 1 ha del cultivo *Delphinium*, variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp, y *Azotobacter* spp.) y la adición de un sustrato de materia orgánica.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT USD/mes	VALOR TOTAL USD
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
Análisis de suelo	unidad	2,00	22,85	45,70
Análisis micológico	unidad	1,00	20,00	20,00
Análisis bacteriológico	unidad	1,00	28,00	28,00
<b>Subtotal</b>				<b>93,70</b>
<b>Mano de obra</b>				
Preparación del lote	jornal	4,00	50,00	200,00
Escarificación	jornal	3,00	15,00	45,00
Poda	jornal	2,00	10,00	20,00
Riego	jornal	1,00	8,00	8,00
Tutorio y deshierba	jornal	2,00	20,00	40,00
Desbrote	jornal	2,00	10,00	20,00
Cosecha	jornal	5,00	10,00	50,00
Subtotal				<b>383,00</b>
<b>Insumos</b>				
Harina de pescado	kg	2700,00	0,89	2403,00
Harina de plátano	kg	2700,00	0,76	2052,00
Cascarilla de arroz	m <sup>3</sup>	112,50	6,00	675,00
Algas cocidas	m <sup>3</sup>	13,95	3,00	41,85
Compost	m <sup>3</sup>	40,50	3,00	121,50
Gallinaza	m <sup>3</sup>	42,75	14,27	610,04
Agua	m <sup>3</sup>	8910,00	0,46	4098,60
melaza	l	150,00	0,45	67,50
Subtotal				<b>10069,49</b>
<b>Microorganismos</b>				
<i>Trichoderma harzianum</i>	kg	537,60	0,22	118,27
<i>Gliocladium</i> spp	kg	537,60	0,22	118,27
<i>Bacillus subtilis</i>	l	9600,00	0,06	576,00
<i>Azospirillum</i> spp	l	2520,00	1,05	2646,00
<i>Azotobacter</i> spp	l	2520,00	0,90	2268,00
Subtotal				<b>5726,54</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>16272,74</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos administrativos				
Gerente	unidad	1,00	800,00	800,00
Secretaria contadora	unidad	1,00	300,00	300,00
papelería y otros			20,00	20,00
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1120,00</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>17392,74</b>

**Tabla 29:** Costos de producción de 1 ha del cultivo *Delphinium*, variedad Sea Waltz, en el tratamiento de fertilización química

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT USD/mes	VALOR TOTAL USD
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
Análisis de suelo	unidad	2,00	22,85	45,70
Análisis micológico	unidad	1,00	20,00	20,00
Análisis bacteriológico	unidad	1,00	28,00	28,00
Subtotal				<b>93,70</b>
<b>Mano de obra</b>				
Preparación del lote	jornal	4,00	50,00	200,00
Escarificación	jornal	3,00	15,00	45,00
Poda	jornal	2,00	10,00	20,00
Riego	jornal	1,00	8,00	8,00
Fertilización	jornal	1,00	8,00	8,00
Tutoreo y deshierba	jornal	2,00	20,00	40,00
Desbrote	jornal	2,00	10,00	20,00
Cosecha	jornal	5,00	10,00	50,00
Subtotal				<b>391,00</b>
<b>Insumos</b>				
fertilizantes	kg	2194,23		7523,07
Agua	m <sup>3</sup>	8910,00	0,46	4098,60
Subtotal				11621,67
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>12106,37</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Gastos administrativos				
Gerente	unidad	1,00	800,00	800,00
Secretaría contadora	unidad	1,00	300,00	300,00
papelaría y otros			20,00	20,00
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1120,00</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>13226,37</b>

**Tabla 30:** Análisis económico, relación beneficio/costo del cultivo *Delphinium*, variedad Sea Waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* spp., *Bacillus subtilis*, *Azospirillum* spp. y *Azotobacter* spp.), bajo condiciones de campo, Cusubamba – 2008

Tratamientos	Descripción	Rendimiento (# tallos/Ha)	Costos Directos (USD)	costos Indirectos (USD)	costos de microorganismos (USD)	costos de Producción (USD)	Ingreso por venta (USD)	Ingreso neto (USD)	Relación B/C
T 1	<i>Trichoderma harzianum</i>	155925,00	16272,74	1120,00	118,27	17511,01	53950,05	36439,04	2,08
T 2	<i>Gliocladium</i> spp.	277020,00	16272,74	1120,00	118,27	17511,01	95848,92	78337,91	4,47
T 3	<i>Bacillus subtilis</i>	323595,00	16272,74	1120,00	576,00	17968,74	111963,87	93995,13	5,23
T 4	<i>Trichoderma</i> + <i>Gliocladium</i>	367132,50	16272,74	1120,00	236,54	17629,28	127027,85	109398,56	6,21
T 5	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>	332100,00	16272,74	1120,00	694,27	18087,01	114906,60	96819,59	5,35
T 6	<i>Bacillus</i> + <i>Gliocladium</i>	307192,50	16272,74	1120,00	694,27	18087,01	106288,61	88201,60	4,88
T 7	<i>Trichoderma</i> + <i>Gliocladium</i> + <i>Bacillus</i>	388800,00	16272,74	1120,00	812,54	18205,28	134524,80	116319,52	6,39
T 8	<i>Trichoderma</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	373612,50	16272,74	1120,00	5032,27	22425,01	129269,93	106844,92	4,76
T 9	<i>Gliocladium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	386977,50	16272,74	1120,00	5032,27	22425,01	133894,22	111469,21	4,97
T 10	<i>Bacillus</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	364500,00	16272,74	1120,00	5490,00	22882,74	126117,00	103234,26	4,51
T 11	<i>Trichoderma</i> + <i>Gliocladium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	365715,00	16272,74	1120,00	5150,54	22543,28	126537,39	103994,11	4,61
T 12	<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	369360,00	16272,74	1120,00	5608,27	23001,01	127798,56	104797,55	4,56
T 13	<i>Bacillus</i> + <i>Gliocladium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	380700,00	16272,74	1120,00	5608,27	23001,01	131722,20	108721,19	4,73
T 14	<i>Trichoderma</i> + <i>Gliocladium</i> + <i>Bacillus</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>Azotobacter</i>	429300,00	16272,74	1120,00	5726,54	23119,28	148537,80	125418,52	5,42
T 15	Testigo de materia orgánica	276007,50	16272,74	1120,00		17392,74	95498,60	78105,86	4,49
T 16	Testigo químico	206550,00	12106,37	1120,00		13226,37	71466,30	58239,93	4,40

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- \* Los tratamientos que contenían en su composición más bacterias que hongos, presentaron mejores resultados que aquellos tratamientos que solo poseían un hongo o una bacteria.
- \* A lo largo de todas las variables estudiadas, el tratamiento químico no mostró grandes resultados en comparación con los tratamientos que fueron tratados con microorganismos.
- \* Para la florícola SAVISA S.A, es de gran importancia la variable tamaño de tallo, debido a que mayor longitud de tallo mayor es el precio del mismo, dicha variable tuvo como mejor tratamiento al T13. En cuanto al tiempo de producción el tratamiento T14 logró mejores resultados que el tratamiento químico manejado por la empresa.
- \* Se constató que la presencia de algunos microorganismo aumentó al finalizar el proyecto, estos fueron *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, los mismos que se encontraban en el suelo del lote en estudio antes de iniciar la investigación y que estaban en bajas concentraciones.
- \* Otro tipo de microorganismos como *Gliocladium* spp. y *Azotobacter* spp., se establecieron en el suelo donde estaban los diferentes tratamientos que los contenían. Esto quiere decir que las condiciones que presentaba el suelo eran las idóneas para que los microorganismos se reprodujeran, se instalen a nivel de la rizosfera de la planta y que produzcan los efectos deseados.

- \* Finalmente, los tratamientos que presentaron una relación beneficio/costo mayor, fueron aquellos que contenían más de 2 microorganismos en comparación con los tratamientos que presentaron un solo microorganismo o a su vez el tratamiento químico o el tratamiento de materia orgánica.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- \* Se debería realizar un estudio de las plántulas de *Delphinium* y el efecto que tendrían los microorganismos en éstas antes de su trasplante en el suelo, para completar el estudio, ya que las plantas del lote utilizado para éste proyecto, estaban en etapa de crecimiento.
- \* Convendría efectuar un estudio sobre la sensibilidad a tratamientos postcosecha y vida en florero del *Delphinium*, variedad Sea Waltz, utilizando el tratamiento T7, el cual presentó mayor relación beneficio/costo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Angeloni, M., 2004, "bacterias *Bacillus subtilis* nativas del departamento Comandante Fernández como factor de control biológico frente al hongo patógeno *Rhizoctonia solani* en el cultivo del algodón", [http://www.inta.gov.ar/saenzpe/fitopatologia/tesis\\_de\\_licenciatura.pdf](http://www.inta.gov.ar/saenzpe/fitopatologia/tesis_de_licenciatura.pdf), (Enero, 2009).
2. Antón, M., 2008, "Biotecnologías Limpias en Agricultura", <http://www.ranf.com/publi/mono/011/felipe.pdf>, (Mayo, 2008).
3. Babcock, M. y Hill, C., 1999, "*Gliocladium* sp", <http://ccfb.cornell.edu/biotaweb/LP98-000034.html>, (Mayo, 2008).
4. Beyer, D. Wuest, P. y Anderson, M., 1996, "Green Mold - *Trichoderma harzianum*", <http://www.shroomery.org/images/23418/TRICHODERMA21.jpg>, (Noviembre, 2008).
5. Caballero, J., 2008, "El genero azospirillum", [http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO\\_14/Capitulo14.pdf](http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO_14/Capitulo14.pdf), (Mayo, 2008).
6. Cann, A., 2007, "*Azotobacter*", <http://www.microbiologybytes.com/video/Azotobacter.html>, (Enero, 2009).
7. COPROA, 2008, "*Delphinium* (Espuela de Caballero)", <http://www.coproa.com/florcortada/FLOR%20CORTADA%20CON%20D.htm>, (Enero, 2009).
8. Crum, A., 2004, "*Azotobacter*, soil microbiology", [http://filebox.vt.edu/users/chagedor/biol\\_4684/Microbes/AZOTO.html](http://filebox.vt.edu/users/chagedor/biol_4684/Microbes/AZOTO.html), (Mayo, 2008).

9. Cultek, S.L.U, 2009, "Sistema de Expresión Procariotas", [http://www.cultek.com/aplicaciones.asp?p=Aplicacion\\_Genica&opc=tecnicas#7](http://www.cultek.com/aplicaciones.asp?p=Aplicacion_Genica&opc=tecnicas#7), (Enero, 2009).
10. Delgado, Y., Cupull, R., Pérez, C., Sánchez, A. y Vilchez, M., 2003, "Efecto de *Azotobacter* spp. en la estimulación de la germinación y el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L", <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/revistacentroagricolaciap/6.pdf>, (Noviembre, 2008).
11. Delgado, M., 2004, "Los Microorganismos del Suelo en la Nutrición Vegetal", <http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?id=20,63,0,0,1,0>, (Enero, 2009).
12. Durán, E., Robles, F., Martínez, J. y Brito, M., 2003, "Trichoderma: un Hongo Combatiente de Patógenos", <http://www.teorema.com.mx/cienciaytecnologia/trichoderma-un-hongo-combatiente-de-patogenos>, (Noviembre, 2008).
13. Ellis, D., "*Gliocladium* spp" 2008, <http://www.mycology.adelaide.edu.au/gallery/photos/gliocladium1.html>, (Enero, 2009).
14. Ellis, D., 2008 "*Trichoderma* sp", [http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal\\_Descriptions/Hyphomycetes\\_\(hyaline\)/Trichoderma/](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_(hyaline)/Trichoderma/), (Enero, 2009).
15. Espín, G., 2000, "Biología de *Azotobacter vinelandii*," [http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO\\_09/Capitulo09.pdf](http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO_09/Capitulo09.pdf), (Mayo, 2008).
16. FAO, 1999, "La agricultura orgánica", <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>, (Noviembre, 2008).
17. FAO, 2003, "La Biodiversidad y la Agricultura Orgánica", <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112s09.pdf>, (Noviembre, 2008).

18. FIRA, 2007, "Boletín orgánicos", [http://portal.fira.gob.mx:8081/Boletines/boletin\\_013\\_09.pdf](http://portal.fira.gob.mx:8081/Boletines/boletin_013_09.pdf), (Mayo, 2008).
19. Flores de la sierra, 2007, "Delphinium: hermosura, libertad y sofisticación", <http://www.floresdelasierra.com> (Enero, 2009).
20. Gilman, J. y Abbott, M., 1927, "*Gliocladium catenulatum*", <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=536&method=displayAATprotocols.nature.com>, (Enero, 2009).
21. González, F., 2007, "Uso en la agricultura del Trichoderma", <http://www.chilefruta.com/?p=45> , (Enero, 2009).
22. Guayacundo, C. y Hernández, M., 2008, "El Valor de la Certificación Sostenible", <http://naturacert.org/certificacion-sostenible.html>, (Noviembre, 2008).
23. HEB, 2008, "Larkspur & Delphinium", [http://www.ftdfloristsonline.com/heb\\_sp/about-flowers.html?which=larkspur&x=13&y=13](http://www.ftdfloristsonline.com/heb_sp/about-flowers.html?which=larkspur&x=13&y=13), (Mayo, 2008).
24. Herrera, C. y Ulloa, J., 1990, "Hyphomycetes", <http://www.geocities.com/hongosgratis/2/hyphomycetes.html>, (Enero, 2009).
25. Higa, M. y Parr, L., 1994, "Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment", <http://www.agriton.nl/higa.html>, (Mayo, 2008).
26. IBOSA, 2009, "HAB", <http://www.ibosa.org/productos/agricultura/hab.html>, (Enero, 2009).
27. IFOAM, 2007, "Manual de Capacitación en Agricultura Orgánica para los Trópicos", <http://www.ifoam.org>, (Mayo, 2008).



28. Infojardin, 2007, "Todo sobre Trichoderma", <http://foroarchive.infojardin.com/orquidea/t-39804.html>, (Enero, 2009).
29. Karlovsky, P. y Utermark, J., 2008, "Genetic transformation of filamentous fungi by *Agrobacterium tumefaciens*", [http://www.natureprotocols.com/2008/03/20/genetic\\_transformation\\_of\\_fila.php](http://www.natureprotocols.com/2008/03/20/genetic_transformation_of_fila.php), (Enero, 2009).
30. Kloepper, J., Lifshitz, R., y Schroth, M., 1989, "Free-living bacterial inoculate for enhancing crop productivity", *Trends Biotechnology*, 7 (1), 39.
31. Kloepper, J., 1993, "Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents", en Dekker M, "Soil microbial ecology applications in agricultural and environmental management", F.B.Jr, New York, USA, pp. 255 – 274.
32. Kunkel, D., 2009, "Bacillus Subtilis", <http://pro.corbis.com/Enlargement/Enlargement.aspx?id=42-17799636&caller=search>, (Febrero, 2009).
33. Landauer, H., 2002, "productos provenientes de cultivos orgánicos en el ecuador. Certificación, mercados y promoción", [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/organicos/organicos\\_ecuador.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/organicos/organicos_ecuador.pdf), (enero, 2009).
34. Loghouseplants, 2002, "Spectacular English Delphiniums", [http://www.loghouseplants.com/delphinium\\_info.htm](http://www.loghouseplants.com/delphinium_info.htm), (Mayo, 2008).
35. Lynch, J., 1990, "The rizhosphere", Jhon Wiley and sons, Chichester, England, p 458.
36. Manual Agropecuario, 2002, "Manejo de cultivos", 1ra. edición, Editorial Limerin, Bogotá, Colombia, p. 643.

37. Miyoshi, C., 2008, "Delphinium: Waltz Series", [http://www.miyosi.co.jp/english/products/products\\_6.html](http://www.miyosi.co.jp/english/products/products_6.html), (Enero, 2009).
38. Nakas, J. y Klein, D., 1980, "Mineralization capacity of bacteria and fungi from the rhizosphere-rhizoplane of a semiarid grassland", *Environment Microbiology*, 39(1), 113.
39. PanAmerican Seed, 2005, "Delphinium F1 Serie Guardian para Flor de Corte", [http://www.panamseed.com/Media/Culture/PAS/DelphiniumGuardianCut\\_Spanish.pdf](http://www.panamseed.com/Media/Culture/PAS/DelphiniumGuardianCut_Spanish.pdf) (Noviembre, 2008).
40. Patterson, T., McGinnis, M., Fothergill, A., Suttom, D. y Rodríguez, L., 2007, "*Gliocladium* spp.", [http://www.doctorfungus.org/the\\_fungi/Gliocladium.htm](http://www.doctorfungus.org/the_fungi/Gliocladium.htm), (Enero, 2009).
41. Pezo, D. e Ibrahim, M., 1999, "Sistemas silvipastorales", [http://books.google.es/books?id=BrWHDQcM7PwC&pg=PA113&lpg=PA113&dq=aumento+de+rebrotos+en+las+plantas+en+poda&source=bl&ots=wnUJqKVLae&sig=YFSd4NmIEluLZEUvOutC6SeBpWs&hl=es&ei=ugWDStzANZLGMJrQ\\_Z8L&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.es/books?id=BrWHDQcM7PwC&pg=PA113&lpg=PA113&dq=aumento+de+rebrotos+en+las+plantas+en+poda&source=bl&ots=wnUJqKVLae&sig=YFSd4NmIEluLZEUvOutC6SeBpWs&hl=es&ei=ugWDStzANZLGMJrQ_Z8L&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6#v=onepage&q=&f=false), (Diciembre, 2008).
42. Pineda, J., 2008, "Flores: Programa de certificación", <http://notiflores.blogspot.com/2008/07/flores-programas-de-certificacion.html>, (enero, 2009).
43. Pixelmec, 2007, "Certificados para la Agricultura Ecológica", <http://www.pixelmec.com/alimentos-organicos/Agricultura-ecologica/Certificados-para-agricultura-ecologica.htm>, (mayo, 2008).
44. Potash & Phosphate Institute, 2003, "Conozca la deficiencia del cobre" [http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5F5044E7DA7EEABE06256ABF0059F50E/\\$file/Conozca+la+deficiencia+de+cobre.pdf](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5F5044E7DA7EEABE06256ABF0059F50E/$file/Conozca+la+deficiencia+de+cobre.pdf), (enero, 2009).

45. Rajan, L., 2009, "NPK – Biofertilizers: 1 *Azospirillum* spp", <http://www.drrajanlaboratories.com/product11.html>, (Enero, 2009).
46. Ramos, B., 1999, "Estudio de la capacidad de dos cepas bacterianas del género *Bacillus* para promover el crecimiento vegetal", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Doctor en Biología, UNIVERSIDAD SAN PABLO CEU, Madrid, España, pp. 9,11,18.
47. Retuerto, R., Rodríguez, S., Fernández, B. y Obeso, J., 2003. "Respuestas compensatorias de plantas en situaciones de estrés", <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion4.htm>, (Noviembre, 2008).
48. Sánchez, J., 2009, "Los hongos fundamentales en la productividad del suelo", <http://www.monografias.com/trabajos43/hongos/hongos2.shtml>, (Noviembre, 2008).
49. Saura, G., Fernández, R. e Hidalgo, J., 2003, "Fijador de nitrógeno *Azospirillum* spp.", <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/431.pdf>, (Noviembre, 2008).
50. SAVISA S.A, 2008, "Producción del *Delphinium*, variedad Sea Waltz", Departamento de post-cosecha SAVISA S.A, (junio, 2008).
51. Schaechter, M., 2008, "El sutil *Bacillus subtilis*", <http://weblogs.madrimasd.org/microbiologia/archive/2008/01/28/83418.aspx>, (Mayo, 2008).
52. SESA, 2007, "Proceso de Certificación Fitosanitaria de Ornamentales de Exportación", <http://www.sesa.gov.ec/programa/Archivos/PCFO%2029mayo2007.pdf>, (Mayo, 2008).

53. Simmons, M., Van Der Bij, A., Brand, I. y Lugtenberg, B., 1996, "Gnotobiotic system for studying rhizosphere colonization by PGPR *Pseudomonas* bacteria", *Plant-microbe Interact*, 9 (7), 600.
54. Suquilanda, M., 2001, "Alternativas Orgánicas En Floricultura", revista *Cultivos Controlados*, 3, (6):4.
55. Thevissen, K., 1997, "*Azospirillum brasilense*", <http://www.dosselaere.be/pictures/azospirillum.jpg>, (Noviembre, 2008).
56. Tormo, R., 2007, "Familia Ranunculaceae", <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/ranuncul.htm>, (Mayo, 2008).
57. Uk.wikipedia, 2009, "Azotobacter", <http://uk.wikipedia.org/wiki/Azotobacter>, (Enero, 2009).
58. Van, L., Kaber, P. y Pietersen, C., 1998, "Systematic resistance induce by rhizosphere bacteria", *Phytopathol*, 36 (3), 453.
59. Vásquez, J., 2008, "Ecuador abre camino hacia las flores orgánicas", <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ecuador-abre-camino-hacia-las-flores-organicas-316110.html>, (Noviembre, 2008).
60. VERIFLORA, 2008, "Elements of Sustainability", <http://www.veriflora.com/about.php>, (Noviembre, 2008).
61. Villegas, A., 2008, "características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible," <http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?id=20,66,0,0,1,0>, (Noviembre, 2008).

62. Wikipedia, 2008, "Alimentos orgánicos", [http://es.wikipedia.org/wiki/Alimentos\\_organicos](http://es.wikipedia.org/wiki/Alimentos_organicos), (Noviembre, 2008).
63. Wikipedia, 2009, "Bacillus", <http://es.wikipedia.org/wiki/Bacillus>, (Enero, 2009).
64. Wikipedia, 2009, "Penicillium", <http://es.wikipedia.org/wiki/Penicillium>, (Enero, 2009).
65. Zehnder, G., Kloepper, J., Tuzun, S. y Wei, G., 1997, "Introduccion of systemic resistance in cucumber against cucumber beetles (coleopteran: Chrysomelidae) by PGPR", *Journal of Economic Entomology*, 90 (2), 391.

## **ANEXOS**

## ANEXO I

### CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



**Distribución de los diferentes tratamientos en el lote de estudio.**

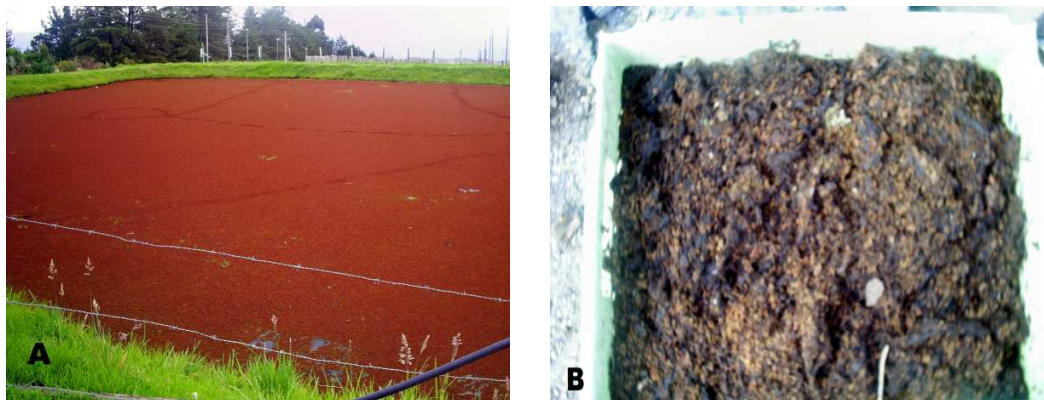


#### **Disposición de las camas en el lote de estudio.**

En la foto de la izquierda(A), se aprecia las distancias que hay entre camas e hileras. En la foto de la derecha (B), se observa la distribución en conjunto de las camas en el lote de estudio.

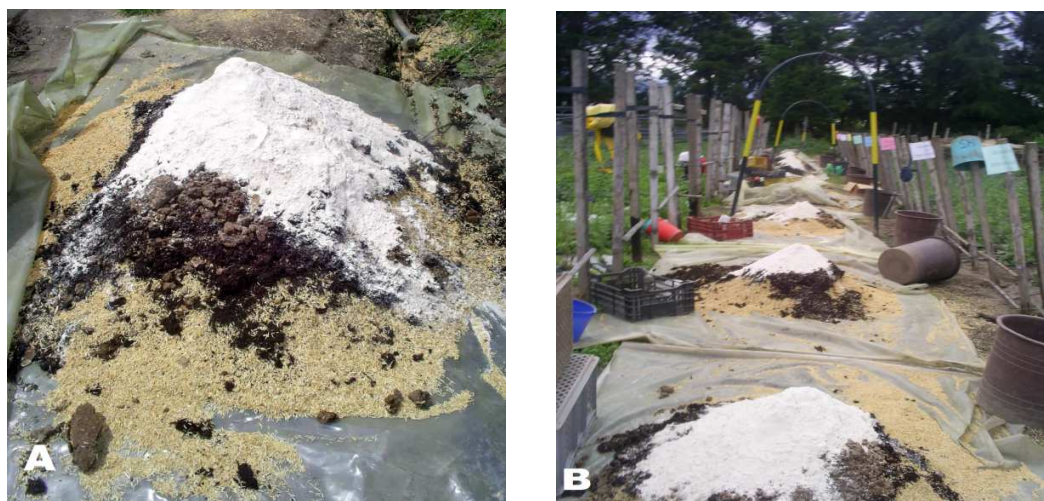
## ANEXO II

### ALGAS Y SUSTRATOS DE MATERIA ORGÁNICA UTILIZADOS EN EL ENSAYO.



#### Algas

La foto de la izquierda (A), muestra el reservorio perteneciente a SAVISA S.A, de donde se obtuvieron las algas. A la derecha (B), se aprecia a las algas después del proceso de cocción, las cuales fueron utilizadas en los diferentes tratamientos del lote de estudio.



#### Sustratos de materia orgánica.

En la foto de la izquierda (A), se observa el sustrato de materia orgánica utilizado para los diferentes tratamientos. La foto de la derecha (B), muestra la disposición del sustrato de materia orgánica para posteriormente distribuirlos en los distintos tratamientos.



### ANEXO III

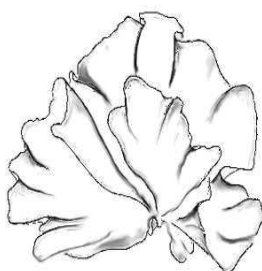
## BREVE DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA EN EL LOTE DE ENSAYO

**Cascarilla de arroz:** Es un producto alto en ligninas, polisacáridos, un alto contenido de Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ), contenido de celulosa (40% aproximadamente), además; está compuesta por miles de cadenas poliméricas las cuales son utilizadas como fuentes de alimento por organismos vivos de suelo.

La cascarilla de arroz, por sus características químicas, presenta un carácter hidrofílico, es decir, tiene afinidad con el agua, presentando un 10 por ciento de humedad.

Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte.

**Alga *Porphyra columbina*:** Es la especie de *Porphyra* más común en nuestra costa. Presenta talos macroscópicos que pueden ser desde laminares lanceolados, con bordes ondulados en ejemplares jóvenes, hasta arrepollados en la senectud. Su color varía del pardo al púrpura y es más rojiza cuando está fértil. Esta especie es empleada en la producción de agares por su alto contenido de nitrógeno, hierro, proteínas.



**Harina de pescado:** La harina de pescado, natural y sostenible, proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA.

### Propiedades de la harina de pescado:

- Rápido crecimiento y mejor conversión del alimento, ocasionando un menor costo de producción.
- Incremento de la inmunidad y menor pérdida de crecimiento a causa de la presencia de enfermedades.
- Mejor desarrollo del sistema **radicular** y **foliar**.
- Cambia la composición de polisacáridos con incorporación de bajos niveles de ácidos grasos omega 3 de cadena larga (DHA y EPA), siendo más efectivo que cualquier otro sustituto.
- Mejora la microflora del suelo (Actinomycetos, Bacillus, Pseudomonas, etc.)

### Composición química de acuerdo a Norma UNIT 774-88

Base	Harina de pescado 50		Harina de pescado 55		Harina de pescado 60		Harina de pescado 65	
	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca
Humedad, % máximo	10,00	--	10,00	--	10,00	--	10,00	--
Proteína, % mínimo	50,00	55,60	55,00	61,10	60,00	66,70	65,00	72,20
Grasa, % mínimo	14,00	15,60	12,00	13,30	12,00	13,30	12,00	13,30
Cenizas, % máximo	29,00	32,20	25,00	27,80	24,00	26,70	21,00	23,30
Cenizas insolubles, % máximo	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10
Nitrógeno amoniacal, % máximo	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Urea, % máximo	0,50		0,50		0,50		0,50	
Cloruro de sodio, % máximo	3,00	3,30	3,00	3,30	3,00	3,30	3,00	3,30
Relación cenizas/fósforo	7/1		7/1		7/1		7/1	
Índice de peróxidos, mEq/kg de grasa, máximo	15,00		15,00		15,00		15,00	
Proteína soluble en pepsina, % mínimo	90,00		90,00		90,00		90,00	

\* Datos proporcionados por el departamento de microbiología de SAVISA S.A

**Harina de plátano:** La harina de plátano es muy rica en hidratos de carbono y sales minerales como: calcio orgánico, potasio, fósforo, hierro, cobre, flúor, iodo y magnesio. También posee vitaminas del complejo B, como la tiamina, riboflavina, pirodoxina y ciancobalamina.

En los resultados de contenido de nutrientes de la harina de banano verde, resalta su alto contenido de energía, carbohidratos y potasio. Los valores de contenido de nutrientes encontrados son similares para la época lluviosa y seca, en cuanto a la vitamina A, en la época seca la harina de banano verde presenta el doble de contenido respecto a la de la época lluviosa.

## ANEXO IV

### MICROORGANISMOS Y SU APLICACIÓN EN EL LOTE DE ESTUDIO



#### Microorganismos

En la foto de la izquierda (A), se observa algunos microorganismos utilizados en los diferentes tratamientos. La foto de la derecha (B), presenta la mezcla de los microorganismos en los baldes, que fueron utilizados en los distintos tratamientos del lote en estudio.



#### Aplicación de microorganismos en los diferentes tratamientos

En la foto de la izquierda (A) muestra la forma de aplicación de los diferentes microorganismos utilizados en las distintas camas señaladas con los tratamientos. La foto de la derecha (B) presenta la disposición de los baldes para los diversos tratamientos.

**ANEXO V**  
**CANTIDADES DE FERTILIZANTES UTILIZADOS EN 1 ha DE**  
**CULTIVO**

<b>PRODUCTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
nitrate de amonio	126,36	kg
nitrate de potasio	842,66	kg
nitrate de calcio	449,42	kg
sulfato de manganeso	3,66	kg
sulfato de zinc	3,66	kg
sulfato de magnesio	474,70	kg
ácido fosfórico	100,34	kg
ácido nítrico	161,69	kg
Kelatex de hierro	28,09	kg
Bórax	3,66	kg

\* SAVISA S.A, área de fertilización, septiembre del 2008

**ANEXO VI**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE LONGITUD DE TALLO**

**ANEXO VII**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE TAMAÑO DE LA ESPIGA**

**ANEXO VIII**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE GROSOR DEL TALLO**



**ANEXO IX**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE NÚMERO DE REBROTOS POR PLANTA**

**ANEXO X**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE TAMAÑO DE LAS RAÍCES**

**ANEXO XI**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE CICLO DE PRODUCCIÓN**

**ANEXO XII**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA**  
**VARIABLE PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE PLANTAS**

**ANEXO XIII**  
**RESULTADO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LAS**  
**DISTINTAS VARIABLES EN ESTUDIO.**

**ANEXO XIV**  
**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELO EMITIDOS POR EL**  
**INIAP**

**ANEXO XV**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO**  
**EMITIDOS POR EL INIAP**

**ANEXO XVI**

**REPORTE DEL CONTAJE DE LOS MICROORGANISMOS DEL  
TRATAMIENTO T13 PARA LA VARIABLE TAMAÑO DEL TALLO**

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA - SAVISA S.A.**

**RESULTADOS**

**RECuento DE HONGOS BENEFICOS Y BACTERIAS**

**MUESTRA ANALIZADA**

SUELO

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

- ✓ **FINCA:** CUSUBAMBA
- ✓ **LOTE:** 36
- ✓ **TRATAMIENTO:** T13

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>METODO O TÉCNICA</b>	<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>RESULTADO UFC/ ml</b>
<i>Gliocladium spp</i>	Recuento en placa.	PDA.	$2 \times 10^4$
<i>Bacillus subtilis</i>	Recuento en placa	Agar nutriente	$5 \times 10^6$
<i>Azotobacter spp.</i>	Recuento en placa.	Agar nutriente/Ashby	$7 \times 10^5$

---

**MIC. PABLO SERRANO**



**ANEXO XVII**  
**REPORTE DEL CONTAJE DE LOS MICROORGANISMOS DEL**  
**TRATAMIENTO T11 PARA LA VARIABLE TAMAÑO DE LA**  
**ESPIGA**

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA - SAVISA S.A.**

**RESULTADOS**

**RECUENTO DE HONGOS BENEFICOS Y BACTERIAS**

**MUESTRA ANALIZADA**

SUELO

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

- ✓ **FINCA:** CUSUBAMBA
- ✓ **LOTE:** 36
- ✓ **TRATAMIENTO:** T11

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>METODO O TÉCNICA</b>	<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>RESULTADO UFC/ ml</b>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Recuento en placa.	PDA.	4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Gliocladium spp</i>	Recuento en placa.	PDA.	2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Azotobacter spp.</i>	Recuento en placa.	Agar nutriente/Ashby	10 x 10 <sup>4</sup>

---

**MIC. PABLO SERRANO**

**ANEXO XVIII**  
**REPORTE DEL CONTAJE DE LOS MICROORGANISMOS DEL**  
**TRATAMIENTO T9 PARA LA VARIABLE GROSOR DEL TALLO**

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA - SAVISA S.A.**

**RESULTADOS**

**RECUENTO DE HONGOS BENEFICOS Y BACTERIAS**

**MUESTRA ANALIZADA**

SUELO

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

- ✓ **FINCA:** CUSUBAMBA
- ✓ **LOTE:** 36
- ✓ **TRATAMIENTO:** T9

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>METODO O TÉCNICA</b>	<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>RESULTADO UFC/ ml</b>
<i>Gliocladium spp</i>	Recuento en placa.	PDA.	$5 \times 10^4$
<i>Azotobacter spp.</i>	Recuento en placa.	Agar nutriente/Ashby	$13 \times 10^5$

---

**MIC. PABLO SERRANO**

**ANEXO XIX**

**REPORTE DEL CONTAJE DE LOS MICROORGANISMOS DEL  
TRATAMIENTO T14 PARA LA VARIABLE CICLO DE PRODUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA - SAVISA S.A.**

**RESULTADOS**

**RECUENTO DE HONGOS BENEFICOS Y BACTERIAS**

**MUESTRA ANALIZADA**

SUELO

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

- ✓ **FINCA:** CUSUBAMBA
- ✓ **LOTE:** 36
- ✓ **TRATAMIENTO:** T14

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>METODO O TÉCNICA</b>	<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>RESULTADO UFC/ ml</b>
<i>Trichoderma harzianum</i>	Recuento en placa.	PDA.	4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Gliocladium spp</i>	Recuento en placa.	PDA.	2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Bacillus subtilis</i>	Recuento en placa.	Agar nutriente	3 x 10 <sup>6</sup>
<i>Azotobacter spp.</i>	Recuento en placa.	Agar nutriente/Ashby	5 x 10 <sup>5</sup>

---

**MIC. PABLO SERRANO**

**ANEXO XX**

**COSTOS DE LOS MICROORGANISMOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO, PROYECTADOS EN UNA HECTÁREA**

\* Cantidad de microorganismos empleados en 1ha de cultivo.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
<i>Trichoderma h.</i>	kg	537,6	0,22	118,27
<i>Gliocladium spp</i>	kg	537,6	0,22	118,27
<i>Bacillus subtilis</i>	l	9600	0,06	576,00
<i>Azospirillum spp</i>	l	2520	1,05	2646,00
<i>Azotobacter spp</i>	l	2520	0,90	2268,00

\* Costos de los tratamientos con microorganismos en 1 ha de cultivo

Tratamientos	Descripción	Costo Total USD/tratamiento
T 1	<i>Trichoderma harzianum</i>	118,27
T 2	<i>Gliocladium spp</i>	118,27
T 3	<i>Bacillus subtilis</i>	576,00
T 4	<i>Trichoderma + Gliocladium</i>	236,54
T 5	<i>Trichoderma + Bacillus</i>	694,27
T 6	<i>Bacillus + Gliocladium</i>	694,27
T 7	<i>Trichoderma + Gliocladium + Bacillus</i>	812,54
T 8	<i>Trichoderma + Azospirillum + Azotobacter</i>	5032,27
T 9	<i>Gliocladium + Azospirillum + Azotobacter</i>	5032,27
T 10	<i>Bacillus + Azospirillum + Azotobacter</i>	5490,00
T 11	<i>Trichoderma + Gliocladium + Azospirillum + Azotobacter</i>	5150,54
T 12	<i>Trichoderma + Bacillus + Azospirillum + Azotobacter</i>	5608,27
T 13	<i>Bacillus + Gliocladium + Azospirillum + Azotobacter</i>	5608,27
T 14	<i>Trichoderma + Gliocladium + Bacillus + Azospirillum + Azotobacter</i>	5726,54

## ANEXO XXI

**RENDIMIENTOS (TALLOS/HA) DE *DELPHINIUM*, EN BASE A LA PRODUCCIÓN OBTENIDA EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO Y LOS VALORES DE INGRESO POR VENTA EN FUNCIÓN A LA LONGITUD DE TALLO Y SU VALOR COMERCIAL RESPECTIVO.**

TRATAMIENTOS						precio unitario			precio total			Total
	total cosechado	tallos útiles	tallos de 60	tallos de 70	tallos de 80	tallos de 60	tallos de 70	tallos de 80	tallos de 60	tallos de 70	tallos de 80	tallos venta
T1	173250	155925	38981,25	54573,75	62370,00	0,30	0,34	0,38	11694,38	18555,08	23700,60	53950,05
T2	307800	277020	69255,00	96957,00	110808,00	0,30	0,34	0,38	20776,50	32965,38	42107,04	95848,92
T3	359550	323595	80898,75	113258,25	129438,00	0,30	0,34	0,38	24269,63	38507,81	49186,44	111963,87
T4	407925	367132,5	91783,13	128496,38	146853,00	0,30	0,34	0,38	27534,94	43688,77	55804,14	127027,85
T5	369000	332100	83025,00	116235,00	132840,00	0,30	0,34	0,38	24907,50	39519,90	50479,20	114906,60
T6	341325	307192,5	76798,13	107517,38	122877,00	0,30	0,34	0,38	23039,44	36555,91	46693,26	106288,61
T7	432000	388800	97200,00	136080,00	155520,00	0,30	0,34	0,38	29160,00	46267,20	59097,60	134524,80
T8	415125	373612,5	93403,13	130764,38	149445,00	0,30	0,34	0,38	28020,94	44459,89	56789,10	129269,93
T9	429975	386977,5	96744,38	135442,13	154791,00	0,30	0,34	0,38	29023,31	46050,32	58820,58	133894,22
T10	405000	364500	91125,00	127575,00	145800,00	0,30	0,34	0,38	27337,50	43375,50	55404,00	126117,00
T11	406350	365715	91428,75	128000,25	146286,00	0,30	0,34	0,38	27428,63	43520,09	55588,68	126537,39
T12	410400	369360	92340,00	129276,00	147744,00	0,30	0,34	0,38	27702,00	43953,84	56142,72	127798,56
T13	423000	380700	95175,00	133245,00	152280,00	0,30	0,34	0,38	28552,50	45303,30	57866,40	131722,20
T14	477000	429300	107325,00	150255,00	171720,00	0,30	0,34	0,38	32197,50	51086,70	65253,60	148537,80
CONTROL	306675	276007,5	69001,88	96602,63	110403,00	0,30	0,34	0,38	20700,56	32844,89	41953,14	95498,60
T.QUIMICO	229500	206550	51637,50	72292,50	82620,00	0,30	0,34	0,38	15491,25	24579,45	31395,60	71466,30

**ANEXO XXII****DENSIDADES DE ALGUNOS INSUMOS ORGÁNICOS.**

- \* Cascarilla de arroz: 155Kg/m<sup>3</sup>
- \* Algas cocidas: 310Kg/m<sup>3</sup>
- \* Gallinaza: 417Kg/m<sup>3</sup>
- \* Compost: 425 kg/m<sup>3</sup>

**ANEXO XXIII**  
**LIBRO DE CAMPO.**

**1. VARIABLE:** **TAMAÑO DEL TALLO (cm)**  
**PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	75,00	60,00	63,33	75,00
T2	70,83	72,00	75,00	78,33
T3	74,62	72,73	75,83	72,73
T4	76,67	75,00	73,85	75,83
T5	76,36	73,33	77,50	76,67
T6	77,00	74,36	76,67	78,18
T7	76,92	72,22	75,38	74,62
T8	78,00	79,09	75,83	75,83
T9	78,46	79,23	75,00	76,67
T10	77,50	76,67	78,89	79,17
T11	77,50	74,44	77,50	77,78
T12	76,92	74,55	80,00	75,45
T13	81,67	80,91	78,33	75,83
T14	77,86	78,57	76,92	79,17
CONTROL	74,00	71,67	71,67	70,00
T.QUIMICO	78,46	76,92	77,50	76,92

**2. VARIABLE:****TAMAÑO DE LA ESPIGA (cm)  
PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	39,50	35,50	28,50	41,75
T2	43,92	36,60	40,30	44,00
T3	38,31	35,45	39,83	38,82
T4	40,83	39,33	34,92	38,83
T5	41,55	34,89	40,25	40,56
T6	42,60	40,73	42,33	42,64
T7	43,38	38,00	39,31	39,62
T8	44,20	45,82	42,75	38,58
T9	42,15	42,69	38,93	43,33
T10	44,00	39,25	45,78	42,17
T11	45,17	44,89	46,92	47,67
T12	47,38	41,18	43,62	39,27
T13	47,08	46,18	41,25	39,58
T14	43,79	41,64	46,62	44,33
CONTROL	38,80	38,42	35,67	36,08
T.QUIMICO	42,62	42,38	45,33	44,08



**3. VARIABLE:****GROSOR DEL TALLO (cm)  
PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	0,49	0,45	0,35	0,35
T2	0,49	0,46	0,48	0,48
T3	0,48	0,47	0,49	0,45
T4	0,48	0,50	0,41	0,47
T5	0,54	0,46	0,43	0,50
T6	0,55	0,47	0,48	0,45
T7	0,52	0,53	0,48	0,44
T8	0,51	0,55	0,48	0,45
T9	0,55	0,53	0,48	0,53
T10	0,56	0,50	0,52	0,47
T11	0,52	0,49	0,49	0,53
T12	0,54	0,46	0,44	0,43
T13	0,56	0,49	0,50	0,45
T14	0,47	0,51	0,51	0,50
CONTROL	0,49	0,42	0,44	0,39
T.QUIMICO	0,48	0,50	0,49	0,49



**5. VARIABLE:****TAMAÑO DE LA RAIZ (cm)****PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	25	45	30	22
T2	53	35	25	32
T3	38	33	30	40
T4	36	30	48	58
T5	47	30	46	26
T6	30	40	40	38
T7	46	30	38	27
T8	25	38	41	44
T9	30	48	34	35
T10	39	50	34	32
T11	32	29	40	32
T12	30	42	40	25
T13	30	34	25	25
T14	38	35	38	28
CONTROL	33	38	33	35
T.QUIMICO	38	38	42	21

**6. VARIABLE:****CICLO DE PRODUCCIÓN (días)  
PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	8	4	6	4
T2	12	10	10	6
T3	13	11	12	11
T4	12	12	13	12
T5	11	9	12	9
T6	10	11	9	11
T7	13	9	13	13
T8	10	11	12	12
T9	13	13	14	9
T10	12	12	9	12
T11	12	9	12	9
T12	13	11	13	11
T13	12	11	12	12
T14	14	14	13	12
CONTROL	10	12	12	13
T.QUIMICO	13	13	12	13

**7. VARIABLE: MORTALIDAD DE PLANTAS (%)  
PROMEDIO TOTAL**

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			
	observación 1	observación 2	observación 3	observación 4
T1	1,5	2,5	3,5	1,5
T2	1,0	1,5	1,0	1,0
T3	2,5	4,0	3,5	2,0
T4	3,0	1,5	1,0	1,0
T5	1,5	2,5	0,5	1,5
T6	0,5	2,0	1,5	1,0
T7	1,5	1,5	1,0	2,0
T8	0,5	1,0	1,0	0,5
T9	2,0	4,0	1,0	1,5
T10	2,5	4,0	2,0	3,0
T11	4,0	3,0	5,5	2,5
T12	0,5	1,0	0,5	1,5
T13	1,5	1,0	0,5	1,5
T14	0,5	0,5	1,0	1,0
CONTROL	0,5	0,5	1,0	0,5
T.QUIMICO	3,5	1,5	2,5	1,0

**PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE PLANTAS REGISTRADOS POR  
SAVISA S.A, EN EL LOTE DE ESTUDIO ANTES DEL ENSAYO.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIOS (%)</b>
T1	6,8
T2	3,4
T3	9,0
T4	4,9
T5	4,5
T6	3,8
T7	4,5
T8	2,3
T9	6,4
T10	8,6
T11	11,3
T12	2,6
T13	3,4
T14	2,3
CONTROL	1,9
T.QUIMICO	6,4