

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION EN LA
PRODUCCION DE PLANTINES DE *Pinus taeda* L. CRECIENDO EN
SUSTRATO COLONIZADO POR *Trichoderma harzianum*.

Por

Diego AÑON ALVIGINI
Ana Laura LEVITAN DELGADO
Enrique Raúl TARINO PORTA

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Forestal)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2004

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE <i>PINUS TAEDA</i> L.	7
3.1.1 Descripción de la especie	7
3.1.2 Distribución.....	7
3.2 PRODUCCIÓN DE <i>PINUS TAEDA</i> L. EN URUGUAY	9
3.3 FACTORES QUE CONDICIONAN LA PRODUCCIÓN DE <i>PINUS TAEDA</i>	9
3.3.1 Factor genético.....	9
3.3.2 Ambiente	10
3.3.3 Envases	10
3.3.4 Sustrato.....	12
3.3.4.1 Propiedades físicas	12
3.3.4.2 Propiedades químicas	13
3.3.5 Riego.....	14
3.3.6 Fertilización	15
3.3.7 Fertirriego	16
3.4 CALIDAD DE PLANTÍN	17
3.4.1 Parámetros que definen la calidad de plantín	18
3.4.1.1 Parámetros morfológicos.....	19
3.4.1.2 Parámetros fisiológicos	21
3.5 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE PLANTINES.....	23
3.6 PROBLEMAS SANITARIOS EN PLANTINES DE <i>PINUS TAEDA</i>	27
3.6.1 Complejo “Damping – off”	28
3.6.1.1 Huéspedes.....	28
3.6.1.2 Agentes causales.....	29
3.6.1.3 Daños e importancia	29
3.6.1.4 Sintomatología.....	29
3.6.1.4.1 Fallas de germinación.....	29
3.6.1.4.2 Ataque de pre-emergencia	29
3.6.1.4.3 Ataque de post-emergencia	30
3.6.1.4.4 Ataque de copas, o “top-killing”	30
3.6.1.4.5 Podredumbre de raíz o “root-rot”	30

3.6.1.4.6 Factores predisponentes al ataque	31
3.6.1.4 Manejo	31
3.6.2 <i>Moho gris (Botrytis cinerea pers ex Fr.)</i>	32
3.6.2.1 Agente causal.....	32
3.6.2.1.1 Descripción del agente causal	32
3.6.2.2 Huéspedes.....	33
3.6.2.3 Sintomatología.....	33
3.6.2.4 Condiciones predisponentes al ataque.....	34
3.6.2.4.1 Humedad.....	34
3.6.2.4.2 Temperatura.....	34
3.6.2.4.3 Densidad de plantas.....	34
3.6.2.4.4 Fertilización nitrogenada.....	34
3.6.2.5 Control.....	35
3.6.2.5.1 Métodos preventivos y prácticas culturales.....	35
3.6.2.5.2 Control químico.....	35
3.6.2.5.3 Control Biológico	36
3.7 CONTROL BIOLÓGICO.....	36
3.7.1 <i>Inclusión de agentes microbianos en el sistema</i> <i>Sustrato-plantín en</i> <i>viveros forestales</i>	38
3.7.1.1 <i>Trichoderma spp.</i>	38
3.7.1.1.1 Taxonomía y genética.....	40
3.7.1.1.2 Descripción.....	41
3.7.1.1.3 Requerimientos nutricionales de <i>Trichoderma harzianum</i>	42
3.7.1.1.4 Mecanismos de acción.....	42
3.7.1.1.4.1 Micoparasitismo	43
3.7.1.1.4.1.1 Producción de enzimas hidrolíticas	45
3.7.1.1.4.2 Antibiosis.....	46
3.7.1.1.4.3 Competencia	47
3.7.1.1.4.4 Desactivación de las enzimas del patógeno.....	47
3.7.1.1.5 Factores que inciden en el crecimiento de <i>Trichoderma spp.</i>	47
3.7.1.1.5.1 Humedad	47
3.7.1.1.5.2 PH	48
3.7.1.1.5.3 Temperatura.....	48
3.7.1.1.6 Consideraciones para la aplicación de <i>Trichoderma spp</i> como agente de biocontrol	48
3.7.1.1.6.1 Especificidad de ataque	50
3.7.1.1.6.2 Establecimiento de poblaciones de <i>Trichoderma spp</i> en el suelo	51
3.7.1.1.6.3 Susceptibilidad a los pesticidas	51
3.7.1.1.7 Ensayos de campo con <i>Trichoderma spp.</i>	53
3.7.1.1.8 Beneficios al aplicar <i>Trichoderma spp.</i>	54

3.7.1.1.9 Incremento en el crecimiento de los cultivos	56
3.7.1.1.10 Trichosoil ®.....	59
4. MATERIALES Y MÉTODOS	61
4.1 LUGAR, ÉPOCA Y DURACIÓN DEL ENSAYO	61
4.2 INVERNÁCULO	61
4.3 SUSTRATO	62
4.4 TRICHOSOIL ®.....	62
4.5 BANDEJAS	62
4.6 SEMILLAS	63
4.7 ACONDICIONAMIENTO DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> EN EL SUSTRATO	63
4.8 SIEMBRA.....	63
4.9 MICORRIZACIÓN.....	64
4.10 RIEGO.....	64
4.11 FERTILIZACIÓN.....	65
4.11.1 <i>Tratamientos</i>	65
4.12 DISEÑO ESTADÍSTICO.....	68
4.13 MUESTREO	68
4.13.1 <i>Sustrato</i>	68
4.13.2 <i>Plantines</i>	69
4.13.2.1 Parámetros morfológicos.....	69
4.13.2.2 Parámetros fisiológicos	69
4.14 MEDIDAS REALIZADAS	69
4.14.1 <i>Sustrato</i>	69
4.14.2 <i>Plantines</i>	70
4.14.2.1 Mediciones morfológicas	70
4.14.2.2 Mediciones fisiológicas.....	71
4.15 SANIDAD DE PLANTINES	72
4.16 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	72
5. RESULTADOS	74
5.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS.....	74
5.1.1 <i>Altura</i>	74
5.1.2 <i>Diámetro de cuello</i>	76
5.2 PARÁMETROS FISIOLÓGICOS	77
5.2.1 <i>Peso de Materia Fresca</i>	77
5.2.1.1 Parte Aérea	79
5.2.1.2 Parte Radical.....	81
5.2.2 <i>Peso de Materia Seca</i>	83
5.2.2.1 Parte Aérea	85
5.2.2.2 Parte Radical.....	87

5.2.3 <i>Nutrición de Plantines</i>	89
5.2.3.1 Macronutrientes.....	89
5.2.3.1.1 Nitrógeno.....	89
5.2.3.1.2 Fósforo.....	90
5.2.3.1.3 Potasio	95
5.2.3.2 Micronutrientes	96
5.2.3.2.1 Boro	96
5.3 COLONIZACIÓN Y SOBREVIVENCIA DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> EN EL SUSTRATO	98
6. DISCUSIÓN	100
6.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS.....	100
6.1.1 <i>Altura</i>	101
6.1.2 <i>Diámetro de cuello</i>	103
6.2 PARÁMETROS FISIOLÓGICOS.....	105
6.2.1 <i>Peso de Materia Fresca</i>	105
6.2.1.1 Parte Aérea	107
6.2.1.2 Parte Radical.....	109
6.2.2 <i>Peso de Materia Seca</i>	111
6.2.2.1 Parte Aérea	114
6.2.2.2 Parte Radical.....	115
6.2.3 <i>Nutrición de plantines</i>	117
6.3 COLONIZACIÓN Y SOBREVIVENCIA DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> EN EL SUSTRATO	118
7. CONCLUSIONES	120
8. RESUMEN	121
9. SUMMARY	123
10. BIBLIOGRAFÍA	125
11. ANEXOS	129
ANEXO 1	129
ANEXO 2	145

Lista de Cuadros y Figuras

Figura 1. Distribución natural de <i>P. taeda</i>	8
Cuadro 1. Concentraciones foliares de nutrientes en plantines de <i>Pinus taeda</i> y <i>P. elliotii</i>	25
Cuadro 2. Funciones, forma absorbida y contenido en planta de los principales micronutrientes.	27
Cuadro 3. Programa de control químico preventivo, usado en el Vivero “La Buena Unión” para la especie <i>Pinus taeda</i>	28
Cuadro 4. Algunos hongos fitopatógenos controlados por <i>Trichoderma spp.</i> ..	39
Cuadro 5. Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma harzianum</i>	40
Figura 2. Cultivos de <i>T. harzianum</i> cepa T-22 (KRL-AG2) creciendo sobre papa agar dextrosa. Las áreas blancas no contienen esporas, mientras que las áreas verdes están cubiertas por una densa masa de esporas (conidios).	41
Figura 3. Micoparasitismo de <i>Pythium spp.</i> por parte de una cepa de <i>Trichoderma spp.</i> sobre la superficie de una semilla de arveja. La cepa de <i>Trichoderma spp.</i> fue coloreada con un tinte anaranjado fluorescente, mientras que <i>Pythium spp.</i> fue coloreado con un tinte verde	44
Figura 4: Micrografía de electrones de una hifa de <i>Rhizoctonia solani</i> luego de la remoción de la hifa de <i>Trichoderma spp.</i> se puede observar la erosión de la pared celular del patógeno y los hoyos por los cuales ha penetrado al interior de la hifa debido a la actividad enzimática del micoparasitoide.	46
Cuadro 6. Procedencia y firma responsable de productos comerciales que contienen <i>Trichoderma harzianum</i>	49
Figura 5. Vista interior del invernáculo utilizado en el ensayo.....	61
Figura 6. Sistema de riego	65
Figura 7. Vista general del ensayo.....	66
Cuadro 7. Dosis de fertilizantes por tratamiento	67
Cuadro 8. Cantidades agregadas de macronutrientes según tratamiento, en las diferentes etapas de fertilización.	67
Cuadro 9. Programa de fertilización utilizado por la empresa Colonvade S.A. en el vivero “La Buena Unión”	68
Figura 8. Altura promedio de plantines por tratamiento en el primer muestreo	71
Cuadro 12. Datos de altura de los plantines del promedio de los dos muestreos.....	75
Figura 9. Altura (cm) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de <i>Trichoderma harzianum</i>	75

Cuadro 13. Datos de Diámetro de cuello de plantines para el promedio de los dos muestreos.	76
Figura 10. Diámetro de cuello (mm) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de <i>Trichoderma harzianum</i>	77
Cuadro 14. Datos de Peso fresco total (5 plantines) promedio de los dos muestreos.	78
Figura 11. Peso fresco total (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia de <i>Trichoderma harzianum</i>	79
Cuadro 15. Datos de Peso fresco parte aérea (5 plantines) promedio de los dos muestreos.	80
Figura 12. Peso fresco parte aérea (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de <i>Trichoderma harzianum</i>	81
Cuadro 16. Datos de Peso fresco radical (5 plantines) promedio de los dos muestreos.	82
Figura 13. Peso fresco parte radical (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de <i>Trichoderma harzianum</i>	83
Cuadro 17. Datos de Peso seco total (5 plantines) promedio de los dos muestreos.	84
Figura 14. Peso seco total (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de <i>Trichoderma harzianum</i>	85
Cuadro 18. Datos de Peso seco parte aérea (5 plantines) promedio de los dos muestreos.	86
Cuadro 19. Datos de Peso seco parte radical (5 plantines) promedio de los muestreos.	88
Cuadro 20. Datos de concentración foliar de Nitrógeno (%) promedio de los muestreos.	89
Cuadro 21. Datos de Fósforo (%) para el primer muestreo.	91
Cuadro 22. Datos de Fósforo (%) para el segundo muestreo.	92
Cuadro 23. Datos de Fosforo (%) según muestreo.	94
Cuadro 24. Datos de Potasio (%) promedio de los muestreos.	95
Cuadro 25. Datos de Boro (ppm) promedio de los muestreos.	97
Cuadro 27. Unidades formadoras de colonias de <i>T. harzianum</i> por gramo de sustrato para el primer y segundo muestreo y su porcentaje de sobrevivencia.	98
Figura 22. Unidades formadoras de colonias por gramo de sustrato húmedo según dosis de fertilizante y presencia o no de <i>T. harzianum</i>	99
Cuadro 28. Resultados obtenidos para los diferentes parámetros evaluados.	100
Figura 23. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro altura de plantín.	102

Figura 24. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro altura de plantín para los tratamientos 0, 1 y 2.....	103
Figura 25. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro diámetro de plantín para los tratamientos 0, 1 y 2.....	104
Figura 26. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro diámetro de plantín para los tratamientos 0, 1,3 y 4.....	104
Figura 27. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro Peso fresco planta entera.....	106
Figura 29. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro Peso fresco parte aérea.	108
Figura 30. Peso fresco de la parte aérea de plantines de <i>P. Taeda</i> inoculados con <i>Trichoderma harzianum</i> a diferentes dosis de fertilizante.	109
Figura 31. Peso fresco de la parte radical de plantines de <i>P. taeda</i> inoculados con <i>Trichoderma harzianum</i> a diferentes dosis de fertilizante.	110
Figura 32. Peso fresco de la parte radical de plantines de <i>P. Taeda</i> inoculados con <i>Trichoderma harzianum</i> a diferentes dosis de fertilizante.	111
Figura 34. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro Peso seco planta entera.	113
Figura 36. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro Peso seco parte aérea en los tratamientos 0 y 1.....	115
Figura 37. Respuesta a la inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en el parámetro Peso seco radical.	116
Figura 38. Conteo de colonias de <i>T. Harzianum</i> para el tratamiento testigo y el promedio de los tratamientos inoculados a tres meses de inoculado el sustrato.	119

1. INTRODUCCIÓN

El sector forestal Uruguayo comienza a tomar importancia a partir del año 1989, con la creación de la Ley Forestal (Número 15939), a partir de este año se ha incrementado el desarrollo de la forestación a nivel nacional, lo que ha resultado en un aumento de la superficie forestada y un fuerte dinamismo en zonas hasta el momento improductivas.

En la actualidad la superficie forestada es de 1.433.737 ha. La superficie total forestada del género *Pinus* bajo proyecto es de 163.191 ha y de la especie *Pinus taeda* es de 114.348 ha. (Dirección Forestal, período 1975-2002, actualización octubre 2003, <http://www.mgap.gub.uy/Sitios/SitiosdeIMGAP.htm>)

En los últimos años, ha existido una variación en el tipo de viveros, registrándose una disminución del número de los mismos y concentrándose la producción en menos viveros de mayor nivel tecnológico.

El departamento de Rivera (donde fue realizado el ensayo que es objeto esta tesis) cuenta con 9 viveros forestales, es el que presenta mayor número y concentra aproximadamente el 14% de la producción nacional de plantines forestales. (Coppola *et al.*, 2000).

En la producción de plantines forestales se emplean diferentes métodos de producción que implican técnicas variables en cuanto al riego, fertilización, manejo del ambiente, manejo sanitario, etc., que difieren de una empresa a otra.

Uno de los cambios importantes en las técnicas de producción ha sido la sustitución de mezclas con tierra por sustratos de diversos tipos a base de restos compostados de origen variado o componentes inorgánicos. Este cambio tecnológico respondió fundamentalmente al aumento de demanda de abastecimiento de plantines de buena calidad, a la necesidad de obtener plantas homogéneas, mínimas pérdidas y al manejo sanitario (principalmente referido al control de patógenos de suelo que provocan el denominado "Damping-off").

Dado que la mayor proporción de la producción de plantines forestales se realiza bajo condiciones de invernáculo donde el ambiente se torna propicio para el ataque de diversos fitopatógenos y que es común el agregado de altas

dosis de fertilizante que incrementan la susceptibilidad de las plantas, es frecuente el empleo de agroquímicos para el control plagas y enfermedades.

Durante los últimos años pocas áreas de investigación dentro de la fitopatología han atraído más interés que el uso de la introducción de microorganismos para el control de fitopatógenos. El gran interés despertado por el control biológico de patógenos de plantas es una respuesta en gran parte a la creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de pesticidas químicos. Los gobiernos de muchos países están cada día más conscientes de la problemática de muchos pesticidas químicos en términos de su impacto sobre el medio ambiente, así como en los productores y consumidores de productos agrícolas.

El control biológico se concibe dentro de un plan de Manejo Integrado, agregado a un conjunto de medidas que tienen en cuenta el seguimiento de las poblaciones de los patógenos a través de monitoreos. Sin embargo, antes que el control biológico llegue a ser un componente importante en el manejo de enfermedades de plantas, éste debe probar ser efectivo, confiable, consistente y económico.

El género *Trichoderma* es un grupo de hongos ampliamente estudiado y utilizado debido a sus múltiples usos en la agricultura, como ser: fungicida biológico, estimulador de crecimiento de las plantas y agente de bioremediación ya que degrada algunos grupos de pesticidas de alta persistencia en el ambiente. Las especies de *Trichoderma* poseen buenas posibilidades en este sentido como hiperparásitos competitivos, que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas.

Existen cepas de *Trichoderma spp.* aisladas de suelos del Uruguay que han demostrado efectivo control de patógenos del suelo y *Botrytis spp.*, y que a la vez son compatibles con los fungicidas empleados en los viveros forestales, lo que permitiría la complementación de éstas dos medidas y la posible reducción del nivel de agroquímicos.

El desarrollo de la tecnología de uso de sustratos ofrece una vía práctica de introducir *Trichoderma spp.* en el sistema de producción de plantines de especies forestales. Es necesario conocer la dinámica del agente biológico en el sistema sustrato-planta donde se lo incorpora y en caso de ser necesario, efectuar los ajustes correspondientes para que se exprese todo el potencial de productividad, sobre todo el manejo de la fertilización.

En el presente trabajo se evalúan diferentes dosis de fertilizante en plantines de *Pinus taeda* Linnaeus conjuntamente con la inclusión del agente de biocontrol *Trichoderma harzianum*.

El objetivo principal es ajustar la cantidad de nutrientes necesarios en la etapa de vivero del cultivo *Pinus taeda*, para optimizar el uso de fertilizante y obtener buena calidad de plantines en presencia del agente de biocontrol.

El ensayo se llevó a cabo en el vivero “La Buena Unión” (Ruta 5 Km 456, departamento de Rivera) perteneciente a la empresa COLONVADE S.A., en el período enero-junio de 2004.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Definir la dosis óptima de nutrientes en plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado con *Trichoderma harzianum* con el objetivo de maximizar los parámetros que definen la calidad de plantín.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar dosis de nutrientes para el óptimo desarrollo de los diferentes parámetros que definen la calidad de plantín:

Parámetros morfológicos

- Altura
- Diámetro de cuello

Parámetros fisiológicos

- Peso materia fresca (total, aérea y radical)
- Peso materia seca (total, aérea y radical)
- Balance de nutrientes

Determinar cual/es de los parámetros resultaron útiles para evaluar la calidad de plantines de *Pinus taeda*.

Determinar la colonización y sobrevivencia de *Trichoderma harzianum* durante el ciclo de producción de plantines de *Pinus taeda*.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características generales de la especie *Pinus taeda* L.

3.1.1 Descripción de la especie

Pinus taeda Linnaeus (*Pinus lutea* Walter), “Loblolly pine” o pino americano es uno de los cuatro principales pinos del sudeste de los Estados Unidos. (Bonifacino, S. *et al.*, 1991)

Árbol de gran **porte**, alto, derecho, que alcanza en el país de origen unos 50 m de altura con un diámetro de hasta 1.8 m. Copa piramidal con ramas inclinadas hacia abajo.

Corteza de color castaño rojiza a canela profundamente surcada con placas oblongas, chatas, gruesas, fuertemente apretadas, con un espesor de 1.5 a 2.5 cm.

Hojas de 15-20 cm de largo, agrupadas en hacecillos de 2 a 3 acículas con vaina persistente.

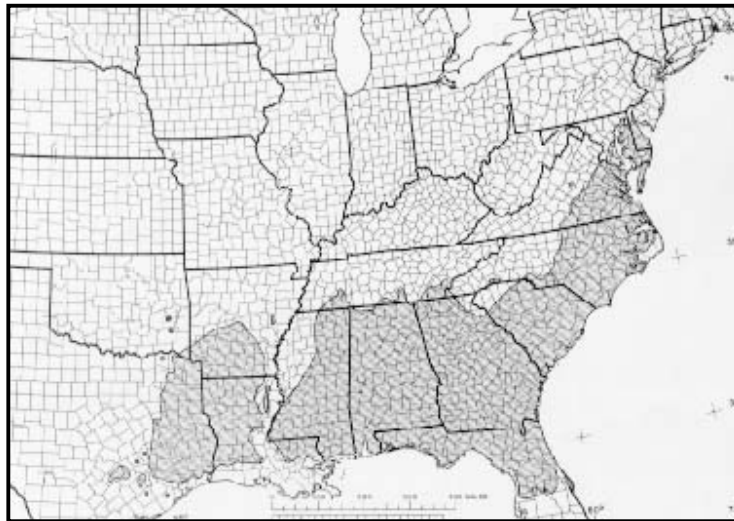
Conos sésiles en número de 2 a 4, oblongos a cilíndricos-ovoides, color rojizo claro, con escamas fructíferas delgadas y mucrón provisto de espina.

Semilla alada de forma romboidal, 2.5 mm de largo; presenta tegumento castaño oscuro a veces con manchas negras (Cozzo, 1976, citado por Burmidad *et al.* 1988)

3.1.2 Distribución

Pinus taeda presenta un amplio rango de distribución, se encuentra en rodales puros y es la principal especie comercial del sureste de Estados Unidos, excepto en Florida donde *Pinus elliotii* Engelm *var. elliotii* prevalece. Es la especie dominante en cada uno de los estados de la costa atlántica y del golfo además del sur de New Jersey. Los árboles crecen mejor en suelos profundos de drenaje imperfecto. Se desarrolla desde el nivel del mar, hasta elevaciones de 640 metros al norte de Alabama y Georgia; las precipitaciones anuales oscilan entre 1000 y 1500 mm y las temperaturas entre -23 y 38 °C. La

limitación de la extensión de la especie se debe a la temperatura baja en el norte y en el oeste a la escasez de lluvias (Koch, 1972, citado por Burmidad *et al.* 1988)



Fuente: JAMES, B.; BAKER; GORDON, O. [http:// www.na.fs.fed.us.htm](http://www.na.fs.fed.us.htm)

Figura 1. Distribución natural de *P. taeda*.

Wakeley (1954) citado por Burmidad *et al.* 1988, expresa que *Pinus taeda* es uno de los principales pinos del sur de Estados Unidos y que las ventajas de plantar esta especie, incluyen: amplio rango de dispersión natural, alta producción, facilidad de extracción de semilla, limpieza y conservación de la misma, facilidad de manejo en el vivero, buen comportamiento inicial en altura, adaptabilidad a gran variabilidad de sitios (incluyendo erosionados) y relativa resistencia a daños por heladas.

Entre las desventajas que cita este autor, destacamos: conos difíciles de separar de los árboles y costosa recolección, la semilla esta sujeta a dormancia y frecuentemente requiere tratamientos especiales para estimular su germinación, es susceptible a *Rhyacionia bouliana* (Denis et Shiffer Muller) y al fuego.

En el área de distribución natural del *P. taeda*, a diferencia de lo que sucede en Uruguay, las precipitaciones se distribuyen uniformemente en las cuatro estaciones del año, las temperaturas son más extremas, en especial las

mínimas de invierno, siendo por lo tanto favorecida esta especie con las temperaturas de nuestro país. (Burmidad *et al.* 1988)

3.2 Producción de *Pinus taeda* L. en Uruguay

Pinus taeda es en Uruguay una de las especies forestales introducidas que más se ha plantado en las últimas décadas. La excelente adaptabilidad y comportamiento que ha demostrado tener en nuestras condiciones, la ubican como una de las especies para el futuro desarrollo forestal. (Burmidad *et al.* 1988)

Actualmente la superficie forestada bajo proyecto en nuestro país es de 1.433.737 ha de las cuales 531.876 ha se encuentran ocupadas por bosques artificiales con fines industriales. La superficie total forestada del género *Pinus* bajo proyecto es de 163.191 ha y de la especie *Pinus taeda* es de 114.348 ha. (datos aportados por la Dirección Forestal, período 1975-2002, actualización octubre 2003).(<http://www.mgap.gub.uy/Sitios/SitiosdelMGAP.htm>)

P.taeda y *P. elliotii* han sustituido a *Pinus radiata* D. Don, que a pesar de tener buenos crecimientos en sitios adecuados, presenta serios problemas sanitarios (banda roja de los pinos, *Dothistroma pini*). Por experiencias realizadas se sabe que *P. taeda* presenta comparado con *P. elliotii* un crecimiento de 15% a 20% mayor y otras ventajas como ser árboles más grandes y longevos. (Burmidad, E. *et al.* 1988).

3.3 Factores que condicionan la producción de *Pinus taeda*

3.3.1 Factor genético

El origen de la semilla es el factor más importante, determina la calidad de plantas y el producto que de ellas se obtiene. El uso de semillas de buena calidad genética en una repoblación forestal, va a tener especial influencia en el éxito inicial de la plantación y la producción posterior de la misma; así como su capacidad de resistir daños bióticos y abióticos. (Montoya y Camara,1996)

La calidad de semilla estará determinada por su origen y grado de mejoramiento genético. El desarrollo se verá beneficiado cuanto mayor correlación exista entre el sitio de origen y el sitio de instalación del vivero,

además de relacionarse con la pureza, germinación y vigor. (I.N.I.F.A.P. México, 1995 citado por Coppola *et al.* 2000)

3.3.2 Ambiente

El desarrollo de los plantines es influenciado no solo por el genético, sino también por las condiciones ambientales del sitio. Entre estas, se deben considerar: temperatura, humedad relativa, duración del período vegetativo, intensidad de irradiación, fotoperíodo, etc. (com. pers. Ing. Agr. Fernando Irisity citado por Cárdenas, 2003)

3.3.3 Envases

Los tipos de envases, según Irisity, 1999, son:

No recuperables (se destruyen en el proceso de plantación)

- Bolsas de polietileno.
- Prismas de papel.
- Turba prensada individual.
- Bandejas de turba prensada.

Recuperables

- Bandejas de poliestireno expandido (tipo "espuma-plast").
- Tubetes de poliuretano individuales.
- Tubetes de poliuretano soldados en bandeja.

El tipo y las dimensiones de los recipientes influyen en el desarrollo de los plantines. Para la selección de los envases se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Tamaño:** en el tamaño de envases se considera: volumen, altura, diámetro y forma; ésta es una de las características que afectarán el tamaño final de las plantas y el volumen del sistema radical.
- **Espaciamiento de los envases:** la distancia entre celdas generan la densidad de crecimiento entre los plantines, la cual es una de las

características más importante que afecta el crecimiento. Plantines creciendo en un menor espacio, desarrollan mayor altura y tienen menores diámetros de cuello y biomasa que aquellas que crecen más separadas.

- **Diseño:** Uno de los problemas del uso de envases para realizar los almácigos es que las plantas tienden a espiralizar sus raíces. Esto compromete el buen anclaje y crecimiento de los árboles en la posterior etapa de campo.

El problema de la raíz en espiral se ha resuelto parcialmente diseñando envases con bordes verticales rectos en su interior, creando un obstáculo para que no crezcan en espiral. De esta manera se obliga a la raíz a crecer en dirección al orificio de drenaje, donde se podan por la exposición al aire. (Coppola *et al.* 2000)

El cultivo de plantines en envase se realiza por diversas razones:

- Especies que no toleran ser producidas a raíz desnuda (no es el caso del genero *Pinus*).
- Aumentar el período de plantación.
- Adecuada germinación de semillas y menores pérdidas de las mismas, generalizando condiciones uniformes de producción.
- Minimizar el estrés de plantación, ya que el sistema radical de plantas en contenedores se desarrolla más rápidamente en el sitio de plantación.
- Disminuir el estrés de las plantas en el transporte.
- Racionalizar la producción mediante el uso de líneas mecanizadas.
- Posibilita la mecanización de la plantación o el uso de bastones plantadores, aumentando los rendimientos.

3.3.4 Sustrato

El sustrato debe servir de soporte a la planta, formar un cepellón coherente con el resto de las raíces sin adherirse al envase, debe ser capaz de constituir una reserva de agua para la planta, poseer los suficientes macroporos para almacenar aire para la respiración y crecimiento de raíces y formar un ambiente favorable para el desarrollo de microorganismos simbiotes con las raíces. (Irisity, 1999)

3.3.4.1 Propiedades físicas

Según Simoes *et al*, 1970 (citado por Palotti y Vola, 1994) dentro de las propiedades físicas, son importantes la textura y la estructura por acción de las mismas sobre la aireación y la retención de agua.

Para cumplir correctamente sus funciones de regulación de suministro de agua y aire, los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unidas a un drenaje rápido y una buena aireación. (Mori Alvez, 2001)

- **Porosidad y su distribución:**

La porosidad recomendada para los sustratos se encuentra por encima de 80 % y se aconseja que la distribución entre macroporos (capacidad de aireación) y microporos (capacidad de retención de agua) sea equilibrada, con tendencia al predominio de la capacidad de aireación. (Irisity, 1999)

En almácigos de pino es fundamental el buen drenaje ya que las raíces se ven afectadas fuertemente por el exceso de humedad. (com. pers. Ing. Agr. J. P. Posse)

- **Permeabilidad:**

Además de conocer el volumen de agua disponible de un sustrato, es importante saber la capacidad del mismo para transmitir el agua, es decir su conductividad hidráulica. Esta última, disminuye a medida que se deseca el cultivo, por lo tanto, es fundamental que el flujo de agua hacia las raíces sea elevado con el fin de reponer el agua perdida por transpiración. (Marfá, 1994 citado por Mori Alvez, 2001)

- **Estabilidad biológica y física:**

La estabilidad biológica (se tratará más esto en control biológico) y física de los sustratos es fundamental, ya que garantiza el funcionamiento homogéneo de los mismos durante el cultivo. (com. pers. Serrada Hierro, 1993 citado por Palotti y Vola, 1994)

3.3.4.2 Propiedades químicas

- **pH**

Según Irisity, 1999, el pH del sustrato tiene importancia desde varios aspectos; en primer lugar es un factor clave en la nutrición y depende de las características propias de la especie a cultivar, aunque hay que tener en cuenta que la tolerancia a esta variable es mucho mayor en sustratos orgánicos que en los suelos minerales. En segundo lugar, por la protección contra los hongos del Damping-off, que tienen menos posibilidad de prosperar cuando el pH está por debajo de 5,5.

La disponibilidad de micronutrientes como: Boro, Cobre, Manganeseo y Hierro, aumenta de manera general cuando la acidez del suelo aumenta (cuando disminuye el pH). (Pritchett, 1986 citado por Palotti y Vola 1994)

- **Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)**

Según Serrada Hierro, 1993 citado por Palotti y Vola, 1994, la relación C/N es importante desde el punto de vista de la nutrición, ya que un valor alto supondrá un alto consumo de Nitrógeno para descomponer el carbono presente, y desde la estabilidad del sustrato, ya que valores altos de esta relación la disminuirán. Los valores más altos admisibles para esta relación no deben ser superiores a 20 a 1.

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La CIC es muy importante para regular el contenido de nutrientes en la solución asimilable por las plantas. Es muy importante que la CIC sea elevada, ya que esta se mide en meq/100 gramos de suelo y al ser la densidad de los sustratos generalmente muy baja, el contenido de nutrientes para las plantas podría disminuir rápidamente con los frecuentes riegos que hay que aplicar en este tipo de cultivo. (Irisity, 1999)

Las cualidades exigibles al sustrato son:

En relación con el **agua**:

- Permeable, para drenar bien y permitir el desarrollo de las raíces en todo el volumen del envase (macroporos).
- Alta retención de agua (microporos).
- Humedecerse fácilmente.

En relación con la **aireación**:

- Del 20 al 40 % del volumen total ocupado por aire.

En relación con la **fertilidad**:

- PH entre 5 y 5,5.
- Alta capacidad de intercambio catiónico.
- Excesiva fertilidad inicial puede generar ataques de Damping-off.

En relación con los agentes **patógenos**:

- No contener semillas de malezas.
- Sin presencia de microorganismos patógenos.
- Permitir buena micorrización de las plántulas.
- Desprovisto de cualquier tipo de toxicidad. (Montoya y Camara, 1996)

3.3.5 Riego

Las plantas cultivadas en envases tienen elevadas necesidades de agua a causa de los siguientes factores: una mayor intensidad de producción respecto a cultivos en el suelo y una mayor relación parte aérea/parte radical (las plantas crecen en un pequeño volumen de sustrato).

Esto tiene como consecuencias: necesidad de utilizar sustratos con gran porosidad, respetando una proporción suficiente de aire; una frecuencia elevada de riegos para compensar las elevadas necesidades y lo restringido del volumen del sustrato; necesidad de reparto homogéneo del agua en el cultivo;

necesidad de un drenaje rápido que permita evacuar fácilmente el exceso de agua. (com. pers. Serrada Hierro, 1993 citado por Palotti y Vola, 1994)

Tanto el exceso como la falta de agua afectan la calidad del plantín. Un exceso de riego no permite que la planta endurezca sus tejidos, y el déficit afecta la morfología y fisiología de la planta provocando un menor tamaño de los plantines. (I.N.I.F.A.P. México, 1995 citado por Coppola *et al.*, 2000)

El riego por aspersión es el más usual y conveniente para este tipo de producción, ya que es muy preciso en el cálculo y distribución del agua, evita la compactación superficial del suelo. Por otra parte es vehículo para la aplicación de fertilizantes solubles, fungicidas e insecticidas. (Serrada, 1993 citado por Coppola *et al.*, 2000)

3.3.6 Fertilización

En almácigos de cultivos forestales, el manejo de la fertilización en cada etapa del ciclo productivo es una de las variables utilizados para controlar el desarrollo adecuado de los parámetros fisiológicos y morfológicos de los plantines. (Cárdenas, 2003)

Dosis de fertilizantes compatibles con la exigencia de los plantines contribuyen para el adecuado desarrollo de sus partes radical y aéreas. Aplicaciones por encima de las necesidades empeoran la calidad morfo-fisiológica de las plantas. Por ejemplo, una fuerte aplicación de nitrógeno causa un crecimiento intensivo de la parte aérea, con la consecuencia de tejidos muy tiernos y un detrimento del sistema radical. (Fiedler, Nebe y Hoffman, 1973 citado por Coppola *et al.*, 2000)

Los fertilizantes pueden ser utilizados por los viveros independientemente de la escala de los establecimientos, siendo una práctica rentable. Por tal motivo, es de vital importancia identificar los efectos de la aplicación de distintos nutrientes, con el fin de establecer momentos y dosis óptimas de fertilización en cada etapa.

Las dosis y fuentes a utilizar a nivel nacional son particulares para cada vivero, ya que no hay investigaciones científicas al respecto y por esta razón, las mismas han sido obtenidas a partir de ensayos de prueba y error por cada

vivero. (com. pers. Ing. Agr. (MSc) Alicia Crosara, citado por Cabrera y Tejera, 2002)

Si bien se considera mínimo y poco importante el aporte de nutrientes por parte del sustrato, es fundamental tenerlo en cuenta para la determinación de las dosis de nutrientes dadas en la etapa de arranque (com. pers. Ing. Agr. (MSc) Amalia Baraibar citado por Cárdenas, 2003)

También se debe tener en cuenta a la hora de fertilizar la calidad del agua, ya que puede modificar la dosis aplicada.

3.3.7 Fertirriego

El método de "fertirriego" combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, con una mínima polución del medio ambiente.

El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación los nutrientes, evitando así posibles deficiencias o consumo de lujo.

Las recomendaciones del régimen de fertirriego para los diferentes cultivos están basadas en la etapa fisiológica, tipo de sustrato, clima, variedades y otros factores agrotécnicos. Especial atención debe prestarse al pH, la relación NO_3/NH_4 , la movilidad de los nutrientes en el sustrato y la acumulación de sales. (Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpsfesf.html>)

Las **ventajas** del fertirriego son:

- Ahorro de fertilizante.
- Mejor distribución en el perfil.
- Adecuación al momento del cultivo.
- Rapidez de respuesta.
- Economía y facilidad de aplicación.

Las **desventajas** son:

- Aumento de salinidad
- Obligación de regar al realizar las aplicaciones
- Carencia de elementos menores
- Insumos (fertilizante) más caros
- Corrosión del sistema de riego
- Obturaciones en el sistema de riego

3.4 Calidad de Plantín

El concepto de “calidad” a nivel general, se define como “un conjunto de cualidades de una persona o cosa”. Varios autores coinciden en que la planta de alta calidad es aquella que sobrevive a un estrés ambiental prolongado y produce un vigoroso crecimiento posterior en la etapa de plantación. (Cuevas 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000)

Los criterios para la clasificación de plantines forestales, se basan fundamentalmente en dos premisas de elevada importancia que son: aumento del porcentaje de sobrevivencia de los plantines en etapa de campo y disminuir la frecuencia de tratamientos culturales de mantenimiento después de implantado el cultivo. (Carneiro 1983, citado por De Araujo, 1995)

Por otro lado, plantines con altos niveles de calidad, presentan mayores tasa de incremento/hectárea/año, lo que implica una ganancia en volumen de madera. Los árboles con estas características tienen la tendencia a presentar mayor uniformidad y calidad de fuste. (De Araujo 1995)

Cuando se hace referencia a la calidad de plantín se deben considerar las siguientes características:

- **Dimensión y edad:** las plantas jóvenes tienen un mejor arraigamiento que plantas de mayor edad debido a que tienen un mayor potencial de crecimiento en las raíces. (Coppola *et al.*, 2000)
- **Equilibrio y proporción:** según Montoya y Camara, 1996 (citado por Coppola, 2000) una planta está equilibrada cuando mantiene una adecuada proporción entre su raíz y su parte aérea. En general se

exige que, lavada la planta y secada al aire, el peso de la parte aérea no llegue a doblar el peso de la raíz. Un plantín es proporcionado cuando el diámetro a la altura del cuello es equilibrado a su altura. La planta de cuello delgado, por excesiva densidad del almácigo, no soporta bien la plena luz y no contiene ni puede producir las sustancias necesarias para un buen enraizamiento.

- **Longitud y forma de la raíz:** la forma ideal de la raíz es: recta, colgante, sin enroscamiento o espiralización y sin lastimaduras. La raíz debe ser fasciculada y de abundante cabellera para facilitar el arraigamiento. (Coppola *et al.*, 2000)
- **Densidad de hojas:** se debe exigir una densidad de hojas que no sea ni excesiva (por la elevada tasa de transpiración), ni escasa, ya que éstas suministran nutrientes a las raíces. (Coppola *et al.*, 2000)
- **Estado sanitario:** las plantas enviadas a plantación deben estar libres de enfermedades. Debe prestarse atención a las coloraciones anormales que pueden estar causadas por el frío, la falta de nutrientes, heridas o daños por plagas o enfermedades de distinta índole. (Coppola *et al.*, 2000)
- **Homogeneidad:** según Coppola *et al.*, 2000, será rechazada toda partida de plantas que resulte irregular ya que demuestra una baja calidad de semilla o un mal manejo de los factores que afectan los parámetros mencionados anteriormente.

Ensayos en Sudáfrica sobre el efecto del tamaño del envase (celda) en la sobrevivencia de Plantines de *Pinus elliottii* mostraron resultados consistentes.

El primero (en Houtboschhoek) donde se testearon 3 tamaños de celda, con y sin fertilización dejó ver que el tamaño de celda no afecta la sobrevivencia, el crecimiento inicial ni la respuesta al fertilizante. (Allan, 1998)

3.4.1 Parámetros que definen la calidad de plantín

Los parámetros que definen la calidad de plantín son de dos tipos. Los de orden externo o morfológicos que se basan en aspectos fenotípicos y los de orden interno, denominados parámetros fisiológicos. (De Araujo, 1995)

3.4.1.1 Parámetros morfológicos

Schmidt y Vogt (1966), (citado por De Araujo, 1995) realizan una clasificación con parámetros morfológicos que determinan la calidad de plantas forestales:

Atributos de vigor

- Altura de parte aérea (H)
- Peso total del plantín (g)
- Peso total/H (cm)
- Peso de parte aérea (g)
- Peso de parte aérea/H (cm)
- Diámetro de cuello del plantín (mm)
- Diámetro de cuello (mm)/altura de parte aérea (cm)
- Peso parte aérea/peso parte radicular

Capacidad de enraizamiento

- Peso de raíces
- Peso de raíces/altura de parte aérea (cm)
- Superficie activa de la raíz
- Presencia de micorrizas
- Porcentaje de raíces

Capacidad de asimilación

- Ramificación
- Formación de hojas (acículas)
- Calidad y cantidad de brotes

Otros parámetros

- Compresión de acículas
- Compresión de raíces

Producciones de plantines más uniformes, con menor variación en los valores de los parámetros morfológicos, tienden a facilitar la mecanización en

cualquier etapa del cultivo, desde operaciones en vivero hasta plantación. (Bacon, 1979 citado por De Araujo, 1995)

Los parámetros morfológicos más utilizados son los siguientes:

- **Longitud de la parte aérea**

Durante mucho tiempo, el único criterio utilizado para la clasificación de los plantines fue la altura de la parte aérea. Como ventaja de una buena altura se menciona que le permite a la planta competir con la vegetación herbácea y arbustiva que la rodea. (Coppola *et al.*, 2000)

Es un indicador que por si solo es de poco valor para evaluar la calidad de la planta, sin embargo, si se combina con el diámetro mediante alguna relación puede ser un indicador importante. (I.N.I.F.A.P., México, 1995 citado por Coppola *et al.*, 2000)

La longitud utilizada para llevar los plantines de *P. taeda* a campo es de 30-35 cm (con. pers. Ing. Agr. J.P. Posse)

- **Diámetro de cuello**

Es el parámetro de mayor utilidad para evaluar la calidad de plantines, ya que puede reflejar el tamaño del sistema radical y la durabilidad de la planta (Coppola *et al.*, 2000). Investigaciones realizadas por Stoekler y Slabaugh (1965), Schubert y Adams (1971), han demostrado fuerte correlación entre el diámetro del cuello y la sobrevivencia de los plantines, después de la plantación (Cárdenas, 2003).

Valores de 3-4 mm de diámetro de cuello son los seleccionados para plantación. (con. pers. Ing. Agr. J.P. Posse)

- **Cociente altura/diámetro de cuello**

Expresa el equilibrio del desarrollo de la parte aérea de los plantines y se obtiene de combinar las medidas de altura y el diámetro de la planta (Coppola *et al.*, 2000). Es un parámetro menos usado para la clasificación de calidad, ya que plantines con el mismo cociente pueden tener medidas de altura y diámetro diferentes, lo cual afecta la homogeneidad del lote (De Araujo, 1995)

- **Relación parte aérea/raíz**

Es un cociente desarrollado para medir el balance entre el área de la planta que transpira y la superficie de absorción de la raíz. Esta relación por si sola no representa mucho valor debido a que cambia con el tiempo y tamaño de la planta (I.N.I.F.A.P., México, 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000)

- **Arquitectura de la parte aérea**

Es la forma en que se disponen el tallo, las ramas y el follaje de acuerdo con el sistema radical. Dicha arquitectura tiene un fuerte componente genético, por lo que deben producirse genotipos seleccionados para lograr una adecuada productividad. (Coppola *et al.*, 2000)

Una planta con buena conformación presenta: tallo recto, no bifurcado (monopodial), sin daños; acículas verdaderas (presencia de vaina basal) de color verde intenso. Se debe buscar un grado de rustificación media, ya que una planta muy rustificada tiene baja tasa de crecimiento inicial en el campo, pero no sufre tanto la falta de agua como una planta suculenta, que tiene como ventaja un mayor desarrollo inicial. (Coppola *et al.*, 2000)

- **Peso de los plantines**

Si bien es un indicador de calidad de plantines, el peso no es tomado en cuenta, ya que requeriría mayor tiempo de mano de obra y nivel de conocimiento para interpretar los resultados. Un mayor peso de la parte aérea, con el correspondiente peso radicular, puede significar una mayor sobrevivencia y desarrollo en etapa de plantación. (Coppola *et al.*, 2000)

3.4.1.2 Parámetros fisiológicos

Según Cabrera *et al.*, 2002 los parámetros fisiológicos se relacionan directamente con el futuro comportamiento de los plantines a campo, en el corto o largo plazo.

- **Relación agua-planta**

El agua es un factor importante que afecta la fisiología de las plantas. El régimen hídrico influye en la germinación, tamaño de la planta y relación parte aérea/raíz durante su cultivo. Se puede medir el contenido relativo del agua y el

potencial total de ésta por medio del psicrómetro o bomba de presión. (Coppola *et al.*, 2000)

El escaso riego causa deficiencias fisiológicas irreversibles en el cultivo, lo cual disminuye la sobrevivencia y el crecimiento de la planta en el campo (I.N.I.F.A.P., México, 1995 citado por Coppola *et al.*, 2000).

Del potencial hídrico del xilema dependen algunas relaciones fisiológicas de las plantas como ser el movimiento de las células de los estomas, la fotosíntesis, la resistencia a la difusión en las hojas, entre otras. Este potencial fue correlacionado al estrés ocasionado por la plantación (Carneiro, 1983 citado por Cárdenas, 2003) Varios investigadores encontraron correlación entre altos valores de éste potencial (buen régimen hídrico) con parámetros morfológicos como, el diámetro de cuello, altura aérea y relación altura/diámetro de cuello. (Anales del Simposio de Vinosa, 1983 citado por Coppola *et al.*, 2000)

- **Estado nutricional**

Un adecuado balance de nutrientes es fundamental para la producción de plantas de calidad. Una inadecuada fertilización aplicada fuera de época puede ocasionar estrés nutricional, reducir el crecimiento y si es prolongada puede afectar la morfología de la planta. Las plantas al ser llevadas al sitio de plantación realizan una menor tasa fotosintética durante varias semanas. Durante este tiempo las plantas dependen de sus reservas de carbohidratos para el mantenimiento de la respiración celular. Una adecuada nutrición se refleja en una mayor área fotosintética, lo que trae como consecuencia un aumento en los carbohidratos producidos, que serán almacenados bajo forma de almidón. (I.N.I.F.A.P., México, 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000).

Se debe medir el estado nutricional de la planta para poder realizar correlaciones entre nutrición mineral y calidad de planta, éste debe monitorearse desde que la planta muestra síntomas visuales en el follaje o bien por un lento crecimiento en su etapa de producción, debe corregirse mediante la aplicación de fertilización y revisar mediante análisis foliares. (I.N.I.F.A.P., México, 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000).

Con una adecuada fertilización (Boro, por ejemplo) las plantas adquieren ventajas en la resistencia a heladas y “secas”. Algunas enfermedades pueden ser controladas con la aplicación de Hierro. (Pharis y Kramer, 1964 citado por Coppola *et al.*, 2000)

3.5 Requerimientos nutricionales de plantines

Para la obtención de plantines forestales de óptima calidad, con alto potencial de crecimiento en el vivero y un adecuado crecimiento inicial a campo, una de las tareas fundamentales que debe realizar el viverista, es una adecuada fertilización.

Como en cualquier otro cultivo, por medio de los fertilizantes se provee un mayor y mejor suministro de nutrientes, que por lo general son limitantes para el crecimiento de las plantas. Esto se debe a que el sustrato usado generalmente en la producción comercial de plantines, no posee los suficientes nutrientes para cubrir las necesidades de las mismas. (Palotti y Vola, 1994)

A continuación se describirán las relaciones de macronutrientes utilizadas por la empresa Colonvade S.A. en el Vivero "La Buena Unión" en cada una de las fases productivas de la etapa de almácigo de *P. taeda* y *P. elliotii* (el mencionado programa de fertilización es el que se utilizó en este trabajo)

Antes de comenzar el ciclo productivo, se realiza (al sustrato) en primer lugar una fertilización denominada "**fertilización starter**", en la cual se mezcla superfosfato de calcio concentrado (0-46-0) razón de 6 kg/m³ de sustrato.

Luego de instalado el almácigo, la primer etapa se denomina "**fase de arranque**", en la que se realizan fertilizaciones foliares en una relación 2:3:2 (NPK) durante 4 semanas aproximadamente. Se prioriza al Fósforo como nutriente, debido a que la mayor parte del mismo se absorbe durante los primeros estadios, favoreciéndose de esta manera el desarrollo del sistema radical. (com. pers. Ing. J. P. Posse)

El **Fósforo** tiene diferentes funciones en la planta, pero una de las más importantes es su rol en el almacenamiento y transferencia de energía obtenida de la fotosíntesis y del metabolismo de los carbohidratos. Dicha energía es almacenada hasta su utilización, en un compuesto conocido como adenosin trifosfato (ATP). (Hernández, 1999)

El Fósforo es también un componente estructural de otros constituyentes biológicos de las plantas, incluyendo los ácidos nucleicos: ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxiribonucleico (ADN). La fitina (sal de calcio y magnesio del ácido inositol hexafosfórico) es otro de los constituyentes estructurales. Los

fopolípidos son ésteres del glicerol, o inositol, con el ácido fosfórico, ácidos grasos y a veces otras sustancias. (Hernández, 1999)

La deficiencia de Fósforo da como resultado plantas pequeñas, de escaso crecimiento, con reducido sistema radical y tallos delgados. En general, los síntomas de deficiencias de fósforo no son particularmente llamativos o característicos; aunque una deficiencia extrema ocasiona un amarillamiento foliar o coloraciones azuladas con tintas de color púrpura. (Hernández, 1999)

La segunda etapa se denomina "**fase de cría**", en la que se utiliza una relación de 3:2:2 (N:P:K) para las fertilizaciones. La mayor incorporación de Nitrógeno en esta fase promueve el desarrollo foliar y en altura de los plantines. La incorporación de Nitrógeno se da bajo dos formas, en la primera parte se agrega como amonio (NH_4^+) y luego en forma de nitrato (NO_3^-). La duración de esta etapa abarca seis semanas aproximadamente ya que se utiliza como indicador de su finalización, cuando la planta llega a los 25 cm de altura.

El **Nitrógeno** juega un rol esencial en el crecimiento vegetal, ya que es constituyente de moléculas como: clorofila; aminoácidos esenciales; proteínas; enzimas; nucleoproteínas; hormonas; adenosin trifosfato; etc. Las plantas requieren nitrógeno en muy altas cantidades, solo comparables las del potasio. Los contenidos de nitrógeno en la planta expresados en relación a su peso seco total oscila generalmente entre 1 y 5%. (Perdomo y Barbazan, 1999)

Cuando existe una deficiencia de Nitrógeno las hojas son pequeñas, los tallos finos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta parezca rala. En las primeras etapas del crecimiento las hojas suelen ser pálidas y de color verde-amarillento. Esto se debe a la poca síntesis de clorofila. A medida que la planta envejece las hojas suelen tornarse amarillas, rojizas o púrpuras debido a la presencia de antocianinas. (Perdomo y Barbazan, 1999)

La tercer y última etapa se denomina "**fase de terminación**", en la que se emplea una fertilización con una relación 2:3:5 (N:P:K) de macronutrientes. En esta fase se pretende que la planta deje de crecer en altura y crezca en diámetro. La relación de nutrientes usada suministra al plantín una buena cantidad de Potasio, lo cual favorece su rustificación (com. pers. Ing. Agr. J. P. Posse).

Aunque el **Potasio** no forma parte estructural de la planta, son requeridas grandes cantidades de este nutriente para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que tiene función de estabilizador del pH y osmoregulador, es

necesario para la síntesis de proteínas y carbohidratos. Actúa como activador de numerosas enzimas y participa en la apertura y cierre estomático. (Dell, 1996 citado por Cabrera y Tejera, 2002)

El Potasio, por otra parte, está asociado a los mecanismos de defensa de la planta contra las enfermedades. La incidencia y severidad del ataque producido por hongos fitopatógenos se reduce notoriamente en plantas que tienen buen aporte de Potasio. Esto se debe a que se favorece la síntesis y acumulación de compuestos fenólicos, además, estas plantas presentan un mayor espesor de cutícula y pared celular, dado que hay una mayor formación de tejido esclerenquimatoso de lignificación y suberificación. (Von Wernich *et al.* (s. f.) citado por Cabrera y Tejera, 2002)

Con la aparición de deficiencia de Potasio se favorece la formación y acumulación de compuestos de bajo peso molecular, como por ejemplo, carbohidratos solubles, nitrógeno soluble y aminoácidos; dichos compuestos alteran el equilibrio osmótico de la célula y los exudados liberados por las plantas tienen mayor concentración de los mismos, situación que favorece el desarrollo de enfermedades. (Von Wernich *et al.* (s. f.) citado por Cabrera y Tejera, 2002)

Cuadro 1. Concentraciones foliares de nutrientes en plantines de *Pinus taeda* y *P. elliottii*.

NUTRIENTE	Rango típico ¹	Valor crítico ²
N (%)	0,8 - 1,2	
P (%)	0,085-0,09	
K (%)	0,25-0,30	< 0,4
Ca (%)	0,08 – 0,12	< 0,05
Mg (%)	0,04 – 0,06	< 0,08
Fe (ppm)	15-35	
Mn (ppm)	8-12	
Cu (ppm)	2-3	
Zn (ppm)	10 – 20	< 10
B (ppm)	4-8	

¹ : Rangos óptimos aproximados para concentraciones foliares en *P. elliottii* (Pritchett 1979). (citado por Cárdenas, 2003)

² : Valores críticos para *P. taeda*, Reissmann, C.B., (1981) (Sayagues, 1986). (citado por Cárdenas, 2003)

El **Calcio** es absorbido por las plantas como Ca^{+2} y su concentración está entre 0.2 y 1.0 % de los tejidos vegetales. Tiene un rol importante en la estructura y permeabilidad de las membranas celulares, promueve la absorción de N-NO_3^- y por lo tanto está interrelacionado con el metabolismo del Nitrógeno, es esencial para la elongación y división celular y su deficiencia se manifiesta en la falta de desarrollo de yemas terminales y ápices de raíces.

Es considerado un elemento inmóvil en la planta.

El **Magnesio** es absorbido como Mg^{+2} y su concentración en los cultivos varía entre 0.1 y 0.4%. La importancia del magnesio es obvia desde que es un componente de la molécula de clorofila (la clorofila contiene entre el 15 y 20% del magnesio de las plantas).

Este elemento sirve como componente estructural de los ribosomas en la síntesis proteica. Como consecuencia de la deficiencia del magnesio la proporción del Nitrógeno proteico decrece mientras la de Nitrógeno no proteico aumenta en las plantas.

El Magnesio está involucrado en gran cantidad de funciones fisiológicas y bioquímicas; debido a su movilidad dentro de la planta y su translocación desde las partes viejas a las nuevas, los síntomas de deficiencia generalmente aparecen en las hojas inferiores (comúnmente clorosis internerval de las hojas) (Del Pino, 1997)

Cuadro 2. Funciones, forma absorbida y contenido en planta de los principales micronutrientes.

NUTRIENTE	FORMA ABSORBIDA	CONTENIDO EN PLANTA (ppm)	FUNCIONES
Hierro	Fe ⁺²	20-400	Componente de sustancias de óxido-reducción, respiración y fotosíntesis
Manganeso	Mn ⁺²	20-500	Fotosíntesis, reducción de No ₃ ⁻ , reacciones de óxido-reducción
Boro	H ₃ Bo ₃	20-100	Desarrollo de meristemas, síntesis de proteínas y metabolismo de carbohidratos
Zinc	Zn ⁺²	20-100	Metabolismo de auxinas
Cobre	Cu ⁺²	5-30	Constituyente de enzimas de óxido-reducción
Molibdeno	MoO ₄ ⁻²	1-10	Participación en nodulación de leguminosas y en reducción de No ₃

Fuente: Guía Micronutrientes. Área de suelos y aguas. Curso de fertilidad de suelos y su manejo

3.6 Problemas sanitarios en plantines de *Pinus taeda*

El cultivo en invernáculo, bajo condiciones de alta temperatura y humedad, riego tecnificado y uso de altas dosis de productos químicos; han favorecido la proliferación de enfermedades. Dentro de los problemas sanitarios, se mencionan los principales agentes causales de pérdidas de plantines de pinos en prácticamente todos los viveros del país.

Los hongos son el problema más grave. Dentro de los hongos de suelo, el más conocido es el complejo Damping-off que actúa muy rápidamente y causa mucho daño en pocos días. Por otro lado, *Botrytis cinerea* es la principal causa de pérdidas dentro de los patógenos foliares.

Debido a lo mencionado anteriormente, los viveros forestales utilizan grandes cantidades de productos fitosanitarios con el fin de reducir la incidencia y daños causados. (ver Cuadro 3)

Cuadro 3. Programa de control químico preventivo, usado en el Vivero “La Buena Unión” para la especie *Pinus taeda* .

PRODUCTO	Momento de aplicación (días después de sembrado)	Dosis por invernáculo (gr o ml en 850 litros)
Ridomil (Mancozeb+Metalaxil M)	40	80
Cibencarb (Carbendazim)+ Oxicloruro de cobre	55	50 + 240
Ridomil (Mancozeb+Metalaxil M)	70	80
Alliette (Fosetil Al)	85	50
Tiabendazol + Tiram	100	40 + 50
Captan + Topsin (Metil tiofanato)	115	60 + 60
Cibencarb (Carbendazim)+ Mancozeb+ Oxicloruro de Cobre	130	50 + 90 + 240
Rovral (Iprodione)	145	40
Tiabendazol + Tiram	160	40 + 50
Sumisclex (Procimidone) + Oxicloruro de Cobre	175	60 + 240
Rovral (Iprodione)	190	40

Fuente: Colonvade S.A.

3.6.1 Complejo “Damping – off”

Esta enfermedad se conoce comúnmente como enfermedad de los almácigos, podredumbre de cuello, mal de semilleros o caída de almácigos.

3.6.1.1 Huéspedes

Los huéspedes más comunes son la gran mayoría de especies hortícolas, forestales y ornamentales, con excepciones destacables como los *Juniperus* spp., dentro de las coníferas que son altamente resistentes. (Romero, G., 2004)

3.6.1.2 Agentes causales

Más de treinta especies comprenden el complejo de hongos “Damping-off”, pero en el caso de nuestro país predominan *Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Sclerotium spp.*, etc. (Romero, G., 2004)

3.6.1.3 Daños e importancia

Debido a que el ataque se manifiesta de improviso, el daño alcanza niveles altos de manera rápida y esto se traduce en mayor gasto para la reposición de los almácigos, mano de obra, productos y frecuentemente retarda la planificación establecida.

3.6.1.4 Sintomatología

Se pueden determinar cinco momentos en el desarrollo de las plántulas, con diferente sintomatología: fallas de germinación, ataque de pre-emergencia, ataque post-emergencia, ataque de copas y ataque de raíz. (Romero, G., 2004)

3.6.1.4.1 Fallas de germinación

En este tipo de ataque el patógeno tiene dos alternativas de ubicación: dentro de la semilla y/o en el suelo. Si se encuentra dentro de la semilla, en algunos casos se puede al tratar la semilla, lograr buen control. En caso de estar en el suelo, el patógeno penetra junto con el agua al producirse la imbibición de la semilla. La consecuencia de este tipo de ataque es la no emergencia de plántulas o emergencia diferente a la esperada. (Romero, G., 2004)

3.6.1.4.2 Ataque de pre-emergencia

Como en el caso anterior, la consecuencia en este tipo de ataque es la no emergencia. El daño se produce cuando la plántula se abre paso a través del suelo luego de la protrusión. En estos momentos la plántula se pone en contacto con el micelio o esporas de alguno de los patógenos antes de su emergencia. (Romero, G., 2004)

3.6.1.4.3 Ataque de post-emergencia

En este caso la sintomatología típicamente caracteriza el daño del “Damping-off”. Se manifiesta por un estrangulamiento a nivel del cuello de la plántula, que luego se marchita y se vuelca, acostándose como quebrada por el cuello. La plantita ya emergida se muestra susceptible al “Damping-off” hasta que cutiniza, lo que se produce luego de 3 o 4 semanas de la emergencia. (Romero, G., 2004)

Los síntomas en este tipo de ataque se resumen de la siguiente manera:

- Hidrósisis de cuello
- Epinastia
- Marchitamiento
- Caída de planta

La **hidrósisis** de cuello es la aparición a nivel del cuello de exudados más o menos acuosos, producidos por la acción de los patógenos. La **epinastia** esta caracterizada por un curvamiento hacia debajo de la parte superior de la plántula. El **marchitamiento** y la **caída de plántula** son el resultado de la penetración de las hifas a niveles vasculares. En este tipo de ataque el periodo de incubación es de 1 o 2 días, y se presenta de manera fulminante. (Romero, G., 2004).

3.6.1.4.4 Ataque de copas, o “top-killing”

Cuando se hace uso en demasía de materiales de recubrimiento para impedir la desecación rápida del almácigo, con ellos se pueden estar aportando esporas de patógenos que, al regar y con humedad suficiente, salpican la parte superior de las plantitas y comienzan a provocar la aparición de micelios que recubren y apelmazan las copas. Este tipo de ataque se previene con manejo adecuado del almácigo.

3.6.1.4.5 Podredumbre de raíz o “root-rot”

En este caso los síntomas son diferentes ya que comienzan como una deficiencia de agua que provoca un marchitamiento, pero la planta permanece erecta y toma paulatinamente colores amarronados parejos. Se da en plantas

ya grandes, con más de 15 cm de altura, pero, debido a que no se produce hidrólisis de cuello, al tratar de arrancarlas salen enteras y no queda la raíz en el suelo, como es típico en el ataque de “Damping-off” de post-emergencia.

3.6.1.4.6 Factores predisponentes al ataque

Los distintos hongos que integran el complejo “Damping-off” tienen diferentes exigencias, por ejemplo, la **humedad atmosférica** alta favorece a *Rhizoctonia* pero no a *Pythium*.

Humedad de suelo alta favorece a algunas especies de *Pythium*, pero a *Rhizoctonia* solo la favorece hasta un 60%.

Alta **temperatura del suelo** favorece solo a algunas especies de *Fusarium*; sin embargo la temperatura ambiente alta favorece en todos los casos al proceso de infección.

Como al realizar almácigos en suelos de **pH 7**, o más altos, se corre el riesgo de sufrir ataque, se deben hacer preferentemente en suelos de pH menor a 6. La cantidad de nitrógeno disponible para las plantas se traducirá en un crecimiento vegetativo acelerado, lo cual resulta en un adelgazamiento de las paredes y por lo tanto, en una mayor susceptibilidad física ante el ataque.

Insectos y nematodos actúan como transmisores de esporas y/o micelios.

3.6.1.4 Manejo

Como medidas de manejo, una adecuada densidad de siembra, riegos, media-sombras, etc., son condiciones fundamentales para la prevención del daño. Se debe entonces, adecuar el medio de crecimiento de las plantas, sembrando a la profundidad adecuada, en época conveniente, cubriendo el almácigo sin exagerar y evitando las fertilizaciones nitrogenadas en la primera etapa de crecimiento.

De no realizarse estas medidas, se produce un debilitamiento de las plántulas, o un desequilibrio en su normal desarrollo, que las sensibilizará ante un eventual ataque. Las fertilizaciones no deben efectuarse basándose en Nitrógeno, siendo preferibles las fosfatadas.

En cuanto al manejo, se puede aplicar solarización o biofumigación como métodos de control de infecciones y malezas de sustrato.

El manejo químico debe adaptarse según el patógeno actuante. Recientemente se está utilizando el control biológico, para patógenos del complejo "Damping-off", como ser, el antagonismo de *Trichoderma spp* vs *Rhizoctonia spp*. donde se usó recubriendo semillas con mezcla de celulosa, nutrientes y el antagonista.

Contra ataques de *Pythium* se logró efectividad con *Trichoderma harzianum* y *Penicillium spp*.. Actualmente soluciones de *Pseudomonas*, shitake y otros agentes de biocontrol están siendo usados con éxito (Romero, G., 2004)

3.6.2 Moho gris (*Botrytis cinerea pers ex Fr.*)

3.6.2.1 Agente causal

El moho gris es una infección provocada por el hongo *Botrytis cinerea pers ex Fr.*(Romero, G., 1995).

Su distribución es cosmopolita. La forma perfecta de este hongo es *Botryotinia fuckeliana* (= *Sclerotinia fuckeliana*) perteneciente a la clase Ascomycetes, Hymenoscypales, familia Sclerotiniaceae. (Larnier, L. *et al*, citado por Reyna, 2000)

La forma imperfecta pertenece a la subdivisión Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, orden Hyphales (Moniliales). (Agrios. 1995)

La forma imperfecta del hongo *Botrytis cinerea* es sumamente polífaga, causando numerosas enfermedades: pudriciones en frutos, tallos, ahogamiento de plántulas, manchas foliares; etc. Podemos encontrarlo tanto en plantas hortícolas, frutales, ornamentales, así como también en plantas forestales. (Agrios. 1995)

3.6.2.1.1 Descripción del agente causal

Botrytis cinerea crece bien en agar papa dextrosa (PDA), a 20-30 °C, sus colonias producen micelios aéreos de coloración cenicienta. Con más de una

semana de edad se forman esclerocios negros en la superficie del medio de cultivo y en la placa de petri, generalmente solitarios, con variación en el tamaño, desde pocos milímetros hasta más de un centímetro. Los conidióforos son septados, delgados o también filiformes, con compresión variable, de hasta más de 2 mm, con los dos tercios basales de color marrón claro oscuro y el tercio apical claro o hialino, donde son encontradas ramificaciones dicotómicas portando dilataciones con denticulos sustentadores de conidios (esterigmatas). Los conidios son marrón claro a hialinos, unicelulares, ovoides a elipsoidales o esféricos de 6-18 por 4-11 μm .

3.6.2.2 Huéspedes

En Uruguay se han detectado ataques en especies como ser *Eucalyptus globulus ssp. globulus*, *E. maidenii*, *E. Grandis* y *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* (Romero, G., 2004.)

También se han detectado ataques en *E. nitens*, *E. dunnii* en el caso de vivero. En plantación se observaron daños importantes en *E. Globulus ssp. globulus*, *E. Maidenii*, *E. Grandis* y *E. Dunii*. Los daños según su frecuencia han determinado en algunos casos la aplicación de tratamientos curativos de control químico. (Romero, G., 1995)

3.6.2.3 Sintomatología

El moho gris es una enfermedad que causa el marchitamiento del brote de plantines en vivero y en plantación puede causar daños importantes.

Los brotes se presentan cubiertos por un micelio de color gris que forma una trama que envuelve el brote caído. Las condiciones de humedad y temperatura media alta, que se trata de mantener en vivero (con la protección adicional de materiales de cobertura) favorecen la aparición de esta infección; que además es transmitida por semilla.

En plantación los ataques se han observado durante los “veranillos” del invierno y especialmente en años con inviernos poco rigurosos en cuanto a las bajas temperaturas (Romero, G. 1995).

3.6.2.4 Condiciones predisponentes al ataque

3.6.2.4.1 Humedad

Debido a que las plantas son muy susceptibles a la desecación exigen frecuentes riegos, lo que acarrea el mantenimiento de una elevada humedad en las bandejas, así, como agua libre sobre los órganos vegetales, lo cual es una de las variables predisponentes más importantes para el desarrollo de la enfermedad. La elevada humedad es también causa de una deficiente ventilación o de un sombreado excesivo de las bandejas debido a la protección adicional que se les da a los plantines con materiales de cobertura. (O'Neill, T.M. *et al.* 1997, citado por Reyna, 2000).

3.6.2.4.2 Temperatura

La temperatura también influye en el ataque del patógeno siendo óptimas para la infección en un rango entre 10 y 20 °C, pudiendo ocurrir infecciones incluso entre 2 y 25 °C (O'Neill, T.M. *et al* 1997, citado por Reyna, 2000).

3.6.2.4.3 Densidad de plantas

Otros de los factores que lleva a la ocurrencia de esta enfermedad es la elevada densidad de los plantines, llevando a que la copas de las mudas se toquen entre si, creando un microambiente favorable para la dispersión de inóculo planta a planta debido a la elevada humedad y la ineficiente aireación que existe bajo las copas. (Reyna, 2000.)

3.6.2.4.4 Fertilización nitrogenada

La fertilización nitrogenada es también otro de los factores predisponentes importantes, ya que provoca un crecimiento foliar succulento, cutículas más delgadas y tejido poco lignificado que hace que las hojas sean más susceptibles al ataque (Alvez , 1989, citado por Reyna, 2000.)

3.6.2.5 Control

3.6.2.5.1 Métodos preventivos y prácticas culturales

A continuación se destacan una serie de practicas culturales y métodos preventivos de importancia, para el control de *Botrytis cinerea*:

- Evitar las siembras demasiado densas en condiciones de baja luminosidad.
- Desinfección de semillas.
- La solarización es efectiva para el control de esclerocios.
- Manejar la aireación, calefacción y el riego en invernadero con el fin de reducir la duración de los períodos diarios que combinan humedad a saturación y condensaciones con temperaturas de 15-17 °C.
- Realizar podas y desojados a ras del tallo para no dejar tocones que sirvan al desarrollo de la enfermedad.
- Es fundamental retirar de restos de cultivo y plantas afectadas por la enfermedad, tanto del exterior del invernáculo, como en los alrededores.
- Controlar los niveles de nitrógeno en el suelo, ya que niveles elevados favorecen el desarrollo de la enfermedad.
- Aplicación de cubiertas plásticas con absorción de luz ultravioleta ya que reducen la esporulación y la tasa de colonización epidemial. (<http://www.agroinformacion.Botrytis.Metodos/control.htm>)

3.6.2.5.2 Control químico

Se basa en el empleo de funguicidas. El control de *Botrytis* en los terrenos de cultivo mediante aspersiones químicas aún no ha tenido el éxito deseado, especialmente en climas húmedos y fríos. (<http://www.agroinformacion.Botrytis.Metodos/control.htm>)

Dentro de una amplia gama de productos químicos son muy pocos los que actúan específicamente contra *Botrytis cinerea*. Es por ello y por la alta frecuencia de la enfermedad, que se ha creado una presión de selección tal, que permitió el desarrollo de resistencia hacia los funguicidas. (Lamondia, J.A. 1997. *et al*, citado por Reyna, R.G. 2000)

3.6.2.5.3 Control Biológico

La integración del control biológico en un plan de control de enfermedades sería una buena opción para realizar en todo cultivo dadas las ventajas que puede mostrar frente al control químico. Pero a pesar de todos los estudios que se han realizado son difíciles de implementar estrategias de control biológico consistentes y raramente se han desarrollado e implementado tales medidas. (Reyna, 2000).

Se han descrito diversos hongos como agentes de control biológico, como ser: *Trichoderma spp*, *Coniothyrium spp*, *Gliocladium spp*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, *Verticillium spp.* se hicieron estudios sobre bacterias y nematodos como antagonistas de *Botrytis cinerea*, citando a los primeros como más importantes en los cultivos hortícolas. (<http://www.agroinformacion.Botrytis.Metodos/control.htm>).

3.7 Control Biológico

Durante los pasados 25 años pocas áreas de investigación dentro de la fitopatología, han atraído mas interés, que el uso de microorganismos para el control de fitopatógenos. El gran interés despertado por el control biológico de patógenos de plantas, es una respuesta en gran parte a la creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de pesticidas químicos. Los gobiernos de muchos países están cada día más conscientes de la problemática de muchos pesticidas químicos en términos de su impacto en el medio ambiente. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

La problemática de la utilización indiscriminada de los funguicidas, como el bromuro de metilo, que puede resumirse en fungorresistencia, contaminación ambiental y toxicidad, ha motivado la búsqueda de otros métodos efectivos y no perjudiciales para combatir los patógenos de las plantas.

La aplicación de agentes de control biológico para controlar fitopatógenos presentes en el suelo es la alternativa promisoría al uso de sustancias químicas.

En general se reconoce que los agentes de control biológico son más seguros y adecuados para la conservación del medio ambiente, que el uso de grandes volúmenes de pesticidas y por lo tanto su menor impacto ambiental al no introducir cambios se establece adecuadamente, el control es durable y se

abaten inversiones posteriores.
(http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_2.html)

Sin embargo, antes que el control biológico llegue a ser un componente importante en el manejo de enfermedades de plantas, éste debe ser efectivo, confiable, consistente y económico. Para alcanzar estos criterios se deben desarrollar cepas superiores, junto con sistemas de aplicación que incrementen la actividad biocontroladora.

Los atributos existentes de control biológico pueden ser incrementados mejorando agentes de biocontrol conocidos, a través de su manipulación genética. Esta puede, no solo incrementar su actividad, sino extender su espectro de acción.

(<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

La necesidad de métodos alternativos de producción agrícola y las ventajas del control biológico han llevado a un renovado interés por el descubrimiento, desarrollo y perfeccionamiento de agentes útiles para este fin. En estos esfuerzos se han seguido estrategias clásicas de búsqueda de la fitopatología, pero también se han empezado a utilizar metodologías disponibles a través de la biología molecular.

El primer intento de controlar una enfermedad radicular por medio de microorganismos introducidos en el suelo, fue llevado a cabo por C. Hartley en 1921. Hartley observó que cuando la tierra de los viveros se saneaba antes de plantar semillas de coníferas, ésta era reinvasada rápidamente por *Phytium* y *Rhizoctonia* y la pudrición de las plantas era frecuentemente total. En cambio, la infección no era tan dañina cuando las plántulas eran sembradas en tierra sin tratar. Hartley denominó a esto el factor biológico de la tierra y dedujo que el efecto observado se debía a microorganismos que competían con los hongos patógenos.

Recientemente se han intensificado los esfuerzos encaminados a identificar agentes potenciales de control biológico; además de desarrollar los procedimientos de producción y aplicación de dichos agentes.
(http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_2.html)

Baker y Cook definen Control Biológico como la reducción de la densidad del inóculo o de las actividades de un patógeno que produce una enfermedad, por

uno o mas organismos, en forma natural o través de la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista o por la introducción de una población de uno o más antagonistas (<http://www.Control.Biológico.com>).

3.7.1 Inclusión de agentes microbianos en el sistema Sustrato-plantín en viveros forestales

Una respuesta positiva y concreta de la campaña mundial de limpieza del planeta, es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, en particular especies del género *Trichoderma* han merecido la atención máxima como agentes de biocontrol. (http://www.control_biologico.com)

3.7.1.1 *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma* es cosmopolita en los suelos y sobre materia vegetal y leñosa en descomposición. Las especies del género son frecuentemente componentes dominantes de la microflora del suelo en un amplio rango de habitats (Samuels, 1996, citado por Cárdenas, D. 2003.)

Trichoderma es un género que crece en todas las regiones climáticas, ocurren en casi todos los suelos y otros hábitats naturales, especialmente en aquellos conteniendo o consistiendo de materia orgánica descompuesta (Danielson y Davey , 1973, citado por Cárdenas, 2003.) También es encontrado sobre las superficies radicales de varias plantas (Parkinson, Taylor y Paerson, 1963, citado por Cárdenas, 2003), sobre corteza en vía de descomposición, especialmente cuando esta dañada por otros hongos y sobre esclerocios u otros propágulos de otros hongos (Davet, 1979; Bell y Jaworski, 1972, citado por Cárdenas, 2003.).

Existe una correlación entre la distribución de las especies y las condiciones ambientales, como por ejemplo *Trichoderma hamatum* y *Trichoderma pseudokoningii* se encuentran bajo condiciones de excesiva humedad; *Trichoderma viride* y *Trichoderma polysporum* habitan en regiones de temperaturas frías; *Trichoderma harzianum* es característico de temperaturas cálidas; mientras que *Trichoderma koningii* y *Trichoderma hamatum* están ampliamente distribuidas (Danielson and Davey, 1973, citado por Cabrera, R. et al. 2003.)

Las especies de *Trichoderma* parecen ser más comunes en los suelos ácidos y habitualmente son intolerantes a bajos niveles de humedad, siendo este uno de los factores que contribuye al bajo número de *Trichoderma* en las capas superficiales de los suelos forestales (Danielson and Davey, 1973).

Cuadro 4. Algunos hongos fitopatógenos controlados por *Trichoderma spp.*

Hongos controlados por <i>Trichoderma spp.</i>	Enfermedad	Cultivo
<i>Armillaria spp</i>	Pudrición de raíces	Frutales
<i>Botrytis cinerea</i>	Moho gris	Amplio rango de cultivos como: papa, tomate, frijol, fresa, mora, flores, tomate de árbol y causa pudriciones en postcosecha.
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Antracnosis	Amplio rango de cultivos como: arveja, papa, tomate, frijol, fresa, moras, flores, tomate de árbol y causa pudriciones en postcosecha.
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	Volcamiento	Pino
<i>Fusarium moniliforme</i>	Pudrición	Maíz
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitamientos vasculares	Papa, tomate, frijol, tomate de árbol, banana, arveja, maíz, clavel, entre otros.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Carbón de las raíces.	Maíz, frijol, melón, ajo.
<i>Phytophthora infestans</i>	Gota	Papa, pepino de agua
<i>Phytophthora spp</i>	Pudrición	Tabaco, flores, frutales, etc.
<i>Pythium spp</i>	Pudrición algodonosa, volcamiento	Amplio rango de cultivos.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pudrición algodonosa, volcamiento	Zanahoria, tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Pudrición algodonosa, volcamiento	Tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc.
<i>Rosellinia bunodes</i>	Llaga estrellada	
<i>Rosellinia necatrix</i>	Pudrición blanca de raíces	Aguacate, manzano
<i>Verticillium spp.</i>		Papa

Fuente: Adaptado de Herrera-Estrella y Carsolino, 1998 y Chet and Invar., 1994. (<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.html>)

3.7.1.1.1 Taxonomía y genética

Cuadro 5. Clasificación taxonómica de *Trichoderma harzianum*.

Reino	MYCETAE (Hongo superior)
División	EUMYCOTA
Subdivisión	DEUTEROMYCOTINA.Hongos imperfectos (hongos asexuales)
Clase	HYPHOMYCETES
Orden	HYPHALES (MONILIALES), las esporas asexuales se forman sobre las hifas (o en su interior) y se encuentran expuestas libremente a la atmósfera
Género	<i>Trichoderma</i>
Especie	<i>Trichoderma harzianum</i>

Fuente: adaptado de AGRIOS, 1995.

Las mayorías de las cepas de *Trichoderma* spp. no poseen etapa sexual, por lo que producen únicamente esporas asexuales. Sin embargo, se conoce la etapa sexual de unas pocas cepas, pero no han sido consideradas para propósitos de biocontrol. La etapa sexual, cuando está presente, se encuentra bajo los hongos Ascomycetes en el género *Hypocrea*. La taxonomía tradicional está basada en las diferencias morfológicas, principalmente en el aparato de esporulación asexual; en la actualidad ya se están empleando técnicas moleculares para la identificación y clasificación de los organismos. Consecuentemente la taxa ha ido de nueve a treinta y tres especies.

Gran parte de las cepas están altamente adaptadas al ciclo de vida asexual. En la ausencia de la meiosis, la plasticidad cromosómica es la norma, diferentes cepas poseen distintos números y tamaños de cromosomas. La mayoría de las células poseen numerosos núcleos, algunas células vegetativas pueden llegar a tener más de cien.

Mientras que las cepas silvestres se adaptan con facilidad y pueden ser heterocarióticas (núcleo de distinto genotipo dentro de un mismo organismo), las cepas comerciales usadas para control biológico pueden ser (o son) homocarióticas (núcleos similares o idénticos). Este aspecto, en conjunto con el control estricto de la variación a través de la deriva genética, permite que las cepas comerciales no presenten mayor variabilidad.

(<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.html>)(<http://www.mold-elp.org/pages/submenus/molds/trichodermaharzianum.htm>)

3.7.1.1.2 Descripción

Trichoderma harzianum presenta colonias que crecen rápidamente alcanzando colonias de 7–9 cm de diámetro, la colonización es predominantemente efusiva, de apariencia granular o polvorienta debido a su gran densidad se torna rápidamente de color amarillo – verdoso al verde oscuro, produciendo ramilletes o pústulas bordeados por micelio blanco, estéril, revirtiendo la coloración a amarillo opaco o beige (Cárdenas, 2003)



Fuente:Harman,G.E.

<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.html>

Figura 2. Cultivos de *T. harzianum* cepa T-22 (KRL-AG2) creciendo sobre papa agar dextrosa. Las áreas blancas no contienen esporas, mientras que las áreas verdes están cubiertas por una densa masa de esporas (conidios).

El hongo forma estructuras de resistencia denominadas clamidosporas intercalares o terminales en cortas ramificaciones, las cuales son unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más de forma subglobosa, elipsoidal o periforme, de coloración subhialinas a amarillentas, de 4 a 12 μm de diámetro, con una pared de 1 μm de espesor (Bissett, 1991, citado por Cabrera, R. *et al.* 2002). Estas son estructuras que permiten sobrevivir y persistir de un año a otro

a hongos en el suelo y por su naturaleza representan la forma de propagación más efectiva (Lewis and Papavizas, 1984, citado por Cárdenas, 2003.)

3.7.1.1.3 Requerimientos nutricionales de *Trichoderma harzianum*.

Trichoderma harzianum es un hongo aerobio obligado y al ser saprófito del suelo usa un amplio rango de compuestos como fuentes únicas de carbono y nitrógeno.

Este se desarrolla mejor con L-alanina, L-aspártico, ácido L-glutámico y ácido casamino como fuentes de nitrógeno. El desarrollo sobre NH_4^+ fue considerablemente superior que sobre NO_3^+ ; en tanto que algunos aislamientos de *Trichoderma hamatum* y *Trichoderma koningii* fueron incapaces de usar NO_3^+ . Las mejores fuentes de carbón fueron: dextrosa, fructosa, manosa, galactosa, xylosa, ribosa y celobiosa. Todos los aislamientos probados descomponen rápidamente la celulosa. (Danielson and Davey, 1973)

La cantidad de nutrientes influye en la densidad del micelio, pero no en el crecimiento.

3.7.1.1.4 Mecanismos de acción

No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los antagonistas y los patógenos sobre la planta o en las heridas. (<http://www.control.biologico.htm>)

Las plantas disponen de varias vías y mecanismos para resistir el ataque de diversos patógenos. Aunque algunas veces el patógeno supera la propia defensa vegetal, produciendo una infección muy difícil de combatir, es posible aumentar las defensas de la planta frente a dichos agentes patógenos.

El uso de *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrol, es mayoritariamente preventivo ya que si todavía no ha existido ataque, la planta esta preparada y protegida para impedir la infección fúngica y si ya ésta se ha producido, la acción del hongo *Trichoderma* proporciona a la planta una ayuda fundamental para superar dicha infección, llegando en algunos casos a controlarla. (Campbell, 1989, citado por Cabrera y Tejera, 2002)

A parte de su facilidad para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y de esta forma aprovechar una fuente nutricional adicional. Recientemente han sido demostrados varios mecanismos por los cuales actúa *Trichoderma spp.* como agente de biocontrol y colonizador de raíces.

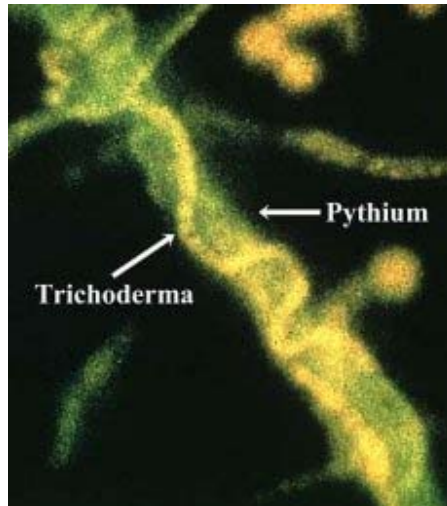
Los métodos que actúan directamente sobre el hospedero (patógeno) son: micoparasitismo, antibiosis, competencia por nutrientes y espacio y desactivación de enzimas de los patógenos. Por otro lado los mecanismos que intervienen sobre la planta y que indirectamente afectan el desarrollo del patógeno son: tolerancia al estrés por parte de la planta al ayudar al desarrollo del sistema radicular, solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos y resistencia inducida. (Harman, (s.f.a) citado por Cabrera y Tejera, 2002)

En general los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de estos es una característica a seleccionar en los mismos. El mecanismo de acción va a estar relacionado con la especie del patógeno que esté involucrado en dicho proceso.

3.7.1.1.4.1 Micoparasitismo

El micoparasitismo de *Trichoderma harzianum* es un proceso complejo, en el cual se ha observado un crecimiento quimiotrópico de *Trichoderma* hacia su huésped, enrollamiento de las hifas alrededor del mismo, formación de estructuras similares a apresorios, penetración del micelio y finalmente su lisis (ver figura 3).

(http://www.hemerodigital.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_5.html)



Fuente:Harman,G.E.

<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.html>

Figura 3. Micoparasitismo de *Pythium spp.* por parte de una cepa de *Trichoderma spp.* sobre la superficie de una semilla de arveja. La cepa de *Trichoderma spp.* fue coloreada con un tinte anaranjado fluorescente, mientras que *Pythium spp.* fue coloreado con un tinte verde

Bernet y Binder clasificaron el micoparasitismo en dos tipos: (a) parasitismo necrotrófico o destructivo, en la cual la relación micoparasítica resulta en la muerte del hongo huésped y (b) parasitismo biotrófico, en el que el desarrollo del parásito es favorecido por el contacto persistente con células vivas del huésped.

Los micoparásitos necrotróficos tienden a ser más agresivos, ya que tienen un amplio espectro de huéspedes y son relativamente poco especializados en su mecanismo de acción. La actividad antagónica de un micoparásito necrotrófico esta dada por la producción de antibióticos, toxinas o enzimas hidrolíticas que causan la muerte o destrucción del huésped (http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_2.html).

Muchos estudios sobre micoparasitismo en control biológico se han publicado en años recientes, sin embargo, la mayoría de los micoparásitos usados a la fecha como agentes de control biológico, tanto en invernadero

como en campo, son más comunes y de tipo necrotrófico, saprofitos. (http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_3.html)

La respuesta antagónica primaria de *Trichoderma* y el fitopatógeno involucra el crecimiento dirigido hacia la hifa susceptible, probablemente por quimiotropismo positivo. Cuando el micoparásito alcanza al hongo susceptible, sus hifas a menudo se enrollan alrededor de él o crecen a lo largo del hongo, formando estructuras morfológicamente similares a apresorios que probablemente ayudan a penetrar la pared celular del huésped.

Una vez que el micoparásito rompe la estructura de la pared celular, ocurre un desbalance osmótico y finalmente la lisis del huésped. La degradación de la pared celular por enzimas líticas es clave en el proceso micoparasítico. El nivel de enzimas hidrolíticas producidas por *Trichoderma harzianum* difiere en cada interacción parásito-huésped analizada.

En respuesta a la invasión, el hongo produce una matriz, la cual encapsula la hifa que penetra y las células del huésped llegan a vaciarse del contenido citoplasmático. Después de la penetración, *Trichoderma harzianum* produce nuevas enzimas extracelulares como lipasas y proteasas. La hifa del huésped muestra una rápida vacuolación, colapso y desintegración. (http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_5.html).

3.7.1.1.4.1.1 Producción de enzimas hidrolíticas

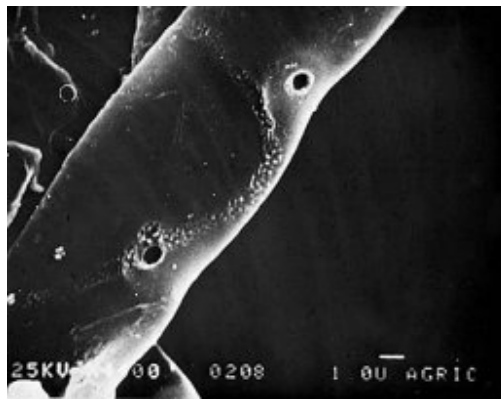
La degradación de las paredes celulares es un proceso clave en el micoparasitismo. La pared celular de los hongos es una estructura bastante compleja, constituida por diferentes polímeros. En general se componen de una capa interna de microfibrillas cristalinas embebidas en una matriz amorfa, junto con una o más capas externas. Los componentes más abundantes de la pared celular de la mayoría de los hongos son la quitina, β - 1,3 -glucana y glicoproteínas.

Dada la composición de la pared celular de casi todos los hongos, se ha sugerido que las quitinasas, las proteasas y las β - 1,3 glucanasas podrían ser las principales enzimas involucradas en el proceso del micoparasitismo. Sin embargo, es probable que la acción coordinada de todas las hidrolasas

producidas por *Trichoderma* sea necesaria para una degradación completa de la pared celular.

(http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_6.html).

Un experimento llevado a cabo por Chet and Baker en 1980, asegura que el mecanismo de antagonismo de *Trichoderma harzianum* fue observado donde se da parasitismo seguido de lisis, más bien que antibiosis, el hongo segrega glucinaza β -(1-3) activa y quitinasas cuando crece las paredes celulares de *Rhizoctonia solani* y provoca lisis tanto en el micelio vivo como en las paredes celulares del mencionado patógeno (ver figura 4). (Chet, I., and R. Baker. 1980)



Fuente:Harman,G.E.

<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.html>

Figura 4: Micrografía de electrones de una hifa de *Rhizoctonia solani* luego de la remoción de la hifa de *Trichoderma spp.* se puede observar la erosión de la pared celular del patógeno y los hoyos por los cuales ha penetrado al interior de la hifa debido a la actividad enzimática del micoparásitoide.

3.7.1.1.4.2 Antibiosis

Esta ocurre cuando hay producción de metabolitos tóxicos o antibióticos de un organismo con acción directa sobre otro. Muchos microorganismos tienen la capacidad de producir antibióticos en cultivos puros, lo cual es la más fuerte evidencia de la posible acción de este tipo de compuestos como mecanismo de

ataque de *Trichoderma harzianum* bajo condiciones de campo. No obstante, para este hongo en particular, la producción de metabolitos esta fuertemente ligada a la producción de enzimas propias del proceso de micoparasitismo (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>) .

3.7.1.1.4.3 Competencia

Se puede definir competencia como el desigual comportamiento de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de los organismos reduzca la cantidad disponible para los demás.

Un factor esencial para que exista competencia es la “escasez” de un elemento, si hay exceso no hay competencia. La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio.

3.7.1.1.4.4 Desactivación de las enzimas del patógeno

El antagonista *Trichoderma harzianum* produce enzimas llamadas proteasas, las cuales degradan las enzimas degradadoras de la pared celular de la planta producidas por el hongo fitopatógeno. Las enzimas involucradas en la degradación de la pared son enzimas pectinolíticas extracelulares que involucran hidrolasas y liasas. (Elad, 2000. citado por Cabrera y Tejera, 2002)

3.7.1.1.5 Factores que inciden en el crecimiento de *Trichoderma spp.*

3.7.1.1.5.1 Humedad

El género *Trichoderma* difiere en su afinidad por los contenidos de humedad, encontrándose algunas especies adaptadas a condiciones de excesiva humedad como es el caso de *Trichoderma hamatum* y *Trichoderma pseudokoningii* o aquellas que necesitan niveles de humedad moderados en el suelo para un buen desarrollo. Por lo general, el crecimiento en el suelo se vio favorecido cuando no había situaciones extremas de excesos de humedad o cuando el suelo estaba demasiado seco. (Danielson y Davey 1973. citado por Cabrera y Tejera, 2002)

3.7.1.1.5.2 PH

Hay pocos estudios detallados del efecto del pH sobre el crecimiento del hongo en sus medios naturales, pero usualmente el crecimiento óptimo está dentro del rango 4 a 6.5 y solamente pocas especies toleran un pH menor a 3. La respuesta de los conidios a los nutrientes es también afectada por el pH, siendo mayor la germinación bajo condiciones ácidas que neutras; mientras que la formación de los conidios parece no estar influenciada por cambios en el pH entre 2.2 y 7.6 (Danielson y Davey, 1973, citado por <http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>).

3.7.1.1.5.3 Temperatura

La influencia de la temperatura sobre el crecimiento parece ser un fenómeno adaptativo, como las especies originarias de climas cálidos tienen temperaturas óptimas mayores (Danielson y Davey, 1973 citado por Cárdenas, 2003).

Un trabajo realizado por Danielson y Davey (1973), citado por Cabrera, R *et al.* 2002, donde se aislaron 16 cepas de diferentes especies, que presentaron un rango de temperaturas máximas entre 28° a 42 °C, con un rango de temperaturas óptimas de 22° a 34 °C. Una de las cepas aisladas de *Trichoderma harzianum*, registró un buen crecimiento aún a los 7 °C, tolerando una temperatura máxima para su desarrollo de 32 °C y mostrando una temperatura óptima de 27 °C.

3.7.1.1.6 Consideraciones para la aplicación de *Trichoderma spp* como agente de biocontrol

El control biológico, mas específicamente el control microbiológico, que usa microorganismos para controlar otros organismos, requiere de algunas consideraciones a cerca del organismo aplicado, en este caso *Trichoderma spp.* puesto que es un organismo vivo. Esto hace que su modo de acción sea diferente respecto al control con pesticidas, pero igualmente efectivo.

En la actualidad existen numerosos productos comerciales que contienen *Trichoderma harzianum*, lo cual demuestra la importancia de este agente de biocontrol como herramienta de control de numerosas enfermedades vegetales. (ver cuadro 6)

Cuadro 6. Procedencia y firma responsable de productos comerciales que contienen *Trichoderma harzianum*.

PRODUCTO	FIRMA RESPONSABLE	ORIGEN
Binab T	BINAB Bio-Innovation AB	SWEDEN
	Svenska Predator AB	SWEDEN
Harzian 20 (under development)	Natural Plant Protection (NPP)	FRANCE
PlantShield	BioWorks, Inc.	USA
Promote/Promot Plus	JH Biotech Inc.	USA
Root Pro	Mycontrol Ltd.	ISRAEL
RootShield (R) Granules	BioWorks, Inc.	USA
T-22 Planter Box	BioWorks, Inc.	USA
TRI 002/003	Plant Support BV	NETHERLANDS
Trichodex	Makhteshim-Agan	ISRAEL
Trichodowels	Agrimm Technologies	NEW ZEALAND
Trichoject	Agrimm Technologies	NEW ZEALAND
Trichopel	Agrimm Technologies	NEW ZEALAND
Trichoseal	Agrimm Technologies	NEW ZEALAND
Trisan	Appliedchem (Thailand) Co. Ltd.	THAILAND
TurfShield	BioWorks, Inc.	USA
Trichosoil	Lage & CIA	URUGUAY

Fuente: adaptado de: www.agrobiologicals.com

3.7.1.1.6.1 Especificidad de ataque

Trichoderma spp. agrupa diversas especies, las cuales tienen más afinidad por grupos de especies de hongos fitopatógenos en concreto, de igual forma, tienen rangos de temperaturas y de condiciones de suelo diversas. Las cepas de *Trichoderma harzianum* están limitadas en cuanto a los patógenos que controlan, donde por ejemplo, una cepa puede ser activa controlando *Pythium* mientras que otra puede ser más eficiente controlando *Rhizoctonia*. (<http://www.entomology.wisc.edu>).

Cuando el hongo antagonico se encuentra en un medio favorable, puede actuar de forma rápida y eficaz, en casos donde las condiciones no son las optimas, *Trichoderma spp.* requiere un periodo de adaptación para mostrar su

potencial como controlador (Adams, 1990, citado por <http://www.control-biologico/monog/trichoderma.htm>).

3.7.1.1.6.2 Establecimiento de poblaciones de *Trichoderma* spp en el suelo

Al momento de la aplicación inicial, la cantidad de esporas y estructuras de propagación del hongo es baja en comparación con las existentes en el suelo de hongos fitopatógenos. Un insecticida actúa de forma instantánea, en tanto que el antagonista está creciendo y propagándose en el suelo, es decir, es un biopesticida aliado, que se está multiplicando en el suelo a favor del control de enfermedades, del aprovechamiento de nutrientes del suelo por el cultivo ya que ayuda a descomponer materia orgánica y está favoreciendo la microflora. (Watanabe, 1995 citado por <http://www.control-biologico/monog/trichoderma.htm>).

Existen algunas metodologías para aplicar el hongo de forma tal que se establezca en el suelo;

Aplicación inoculativa: es la aplicación inicial, en la cual se llevan las estructuras de propagación de *Trichoderma* spp. al suelo del cultivo.

Aplicaciones inundativas: son las aplicaciones subsecuentes donde se "inunda" el suelo con *Trichoderma* spp. al suelo. Este método es recomendable porque permite que éste se establezca en el suelo y alcance un gran número de propágulos que garanticen no solo el control de la enfermedad, sino también controlar todas las estructuras de supervivencia de los fitopatógenos alojados en el suelo.

3.7.1.1.6.3 Susceptibilidad a los pesticidas

Según Harman, 2001, *Trichoderma* spp posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo a los funguicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas han sido seleccionadas o modificadas para ser resistentes a agroquímicos específicos. La mayoría de productores de cepas de este hongo destinadas a control biológico poseen información relacionada con la susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos. Esto con el fin de que estos aislamientos sean compatibles con métodos de control aplicados, los cuales incluyen control químico (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>).

James, R. And Beall, K. llevaron a cabo un experimento para comprobar la susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* al Dazomet. Un suelo que es utilizado para la producción de plantines de coníferas fue fumigado en setiembre del año anterior con dazomet (Basamid granular) en luckey Peak Nursery, Idaho, para reducir las poblaciones de *Fusarium* y *Pythium spp.* y el consecuente Damping – off y enfermedades radicales.

Efectos en germinación, densidad, crecimiento y producción de biomasa fue evaluado en semilla de ponderosa y lodgepole pine (*Pinus ponderosa*, *P. contorta*) sembrada en abril después de la fumigación.

Los resultados fueron comparados en suelos fumigados con bromuro de metilo / Chloropicrin (MBC) y suelo no fumigado.

Dazomet (Basamid granular) reduce a nivel de suelo la población de las especies potencialmente patógenas de *Fusarium* y *Pythium spp.* pero también reduce las poblaciones del potencial antagonista *Trichoderma spp.* (James, R.; Beall, 1999)

Awad (1993) definió las siguientes condiciones para que un organismo sea usado como controlador biológico de enfermedades fungosas:

- **Eficáz:** requiere alcanzar un grado de control al menos similar al obtenido con productos químicos, es decir, superior al 90%.
- **Inofensivo:** tanto para el hombre como para el organismo vegetal en que se aplica.
- **Estable:** que pueda conservar su actividad biológica a temperatura ambiente por el tiempo necesario hasta que sea utilizado.
- **Concentrado:** que contenga al menos 1010 conidias de *T. harzianum* por gramo de materia seca de formulación, con el fin de utilizar entre 1 a 10 kilos de producto por hectárea tratada.
- **Asperjable:** que pueda ser aplicado sobre el organismo vegetal con métodos tradicionales de aplicación de productos químicos. Para ello el producto debe tener un diámetro de partícula inferior a los 150 µm.

Las superficies de hojas, flores y frutos son ambientes con baja disponibilidad de nutrientes, temperaturas extremas, sequedad y radiación intensa, por lo cual son hábitats muy hostiles para los microorganismos, lo cual dificulta el establecimiento de agentes de control biológico. En este caso el hongo antagonista debe ser capaz de establecerse antes que llegue el fitopatógeno y pueda prevenir la enfermedad. Cuando se realizan formulaciones con el fin de ser aplicadas en estos ambientes, debe incluir por ejemplo adherentes, protectores de luz UV y nutrientes (Tronsmo y Hjeijord, 1998 citado por <http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>.)

El tiempo de aplicación para el tratamiento es bastante importante, ya que la frecuencia de aplicaciones determina la acción del controlador biológico sobre los ciclos de vida del patógeno, por lo cual se recomienda utilizar aislamientos con resistencia a fungicidas para mezclas de tanque *Trichoderma*-fungicida, con el fin de obtener un control eficiente.

3.7.1.1.7 Ensayos de campo con *Trichoderma spp.*

Se evaluó el control ejercido por *Trichoderma* sobre el Ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal de la podredumbre húmeda de la lechuga en una parcela de la estación Experimental Agraria de Carcaixent, parcela en la que se conocía la presencia de dicho hongo. El ciclo del cultivo fue de otoño-invierno durante los años 1996 y 1997.

Los tratamientos fueron: testigo, solarización y aporte de materia orgánica (5 kg/m²) con 3 repeticiones, en dos sub-parcelas una de ellas con aplicación de *Trichoderma* y la otra sin aplicación. Se suministraron 3 tratamientos de *Trichoderma*, con el agua de riego (riego por inundación). Los momentos fueron, 1º al transplante, 2º y 3º con una periodicidad de 15 días.

Se contaron esclerocios por el método Adams antes y después del cultivo y se contabilizaron número de plantas muertas a la madurez comercial de la lechuga.

Los resultados del análisis estadístico indican una alta significación de la aplicación de *Trichoderma* en el control de la enfermedad. (http://www.control_biologico.com/monog.trichoderma.htm)

En un experimento realizado en la Estación Experimental de la Universidad Central de Las Villas y las Empresas Agrícolas "Valle del Yabú" y "Manacas" en la provincia de Villa Clara, Cuba, se comprobó la efectividad del

biopreparado de *Trichoderma viride* para el combate del "Damping off post emergente (marchites del semillero) y la pudrición en collar originados por *A. solani*. en tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Se estudió la actividad antagónica de una cepa de *Trichoderma sp* nativa, aislada de un suelo en la provincia de Granma, Cuba y la comercial *Trichoderma harzianum* R.(A-34) frente a tres aislamientos de *Alternaria solani* Sor. sobre la base del crecimiento micelial y el efecto metabólico.

Las cepas de *Trichoderma spp.* mostraron un alto efecto antagónico frente a *A. Solani* tanto en forma micelial como metabólica, destacándose la cepa nativa que ejerció un efecto antagónico e hiperparásitico significativamente superior ($P > 0.05$) a la comercial (Rev. Fac Agron. (LUZ). 1999, 16: 167-173)

Se realizaron estudios sobre el biofungicida de la cepa T39, por la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A) de Washington (USA) e indicaron que este biofungicida no resulta tóxico para humanos (hipercensibilidad; toxicidad pulmonar, oral, intravenosa) en experimentos realizados con ratas. (http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_119200.htm)

3.7.1.1.8 Beneficios al aplicar *Trichoderma spp.*

La aplicación de *Trichoderma* tiene varias ventajas:

- Ofrece un control eficaz de enfermedades de plantas.
- Posee un amplio rango de acción.
- Este hongo está propagándose en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero sobre hongos fitopatógenos.
- 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.
- Varios estudios demuestran que *Trichoderma spp.* estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.

- 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.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo (otros hongos antagónicos).
- No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha.
- Preservación del medio ambiente al disminuir el uso de funguicidas.
- Economía en los costos de producción de cultivos (Chet and Inbar, 1994).
- Ataca patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia spp.*) y del follaje (*Botritis* y *Mildew*) antes que puedan ser detectados y evita el ataque de (*Phytophthora*).
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje.
- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias, mejorando la nutrición y la absorción de agua.
- Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.
- No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.

Hay que tener en cuenta que un solo método de control no basta para erradicar una enfermedad de forma eficaz y duradera, es necesario integrar varias prácticas. Ninguna de estas por si sola abarca todos los aspectos que deben considerarse para obtener un cultivo sano y económicamente rentable. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>).

3.7.1.1.9 Incremento en el crecimiento de los cultivos

La sustitución de productos químicos en la agricultura por biopreparados, es un paso de avance en el establecimiento de una agricultura libre de cosechas envenenadas. Los biopreparados a base de *Trichoderma sp.* generalmente son

utilizados para controlar hongos fitopatógenos que viven en el suelo, pero además por la marcada influencia que ejerce sobre el crecimiento vegetativo de algunas plantas de importancia económica. (Echemendía y Pérez, 1994, citado por Sánchez *et al.*)

(www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Trichoderma es un hongo que se puede encontrar tanto fuera como dentro de la rizósfera; es en la rizósfera donde puede colonizar y proteger las raíces de las plantas. Pero ésta no es la única ventaja que las plantas superiores reciben de *Trichoderma*.

Varios autores han señalado el incremento en peso de las plántulas que se desarrollan en presencia de este hongo. Por ejemplo, el aumento en peso de las plantas de frijol; del peso de los brotes de plántulas de trigo; plántulas de manzanas más largas y vigorosas; incremento en la tasa de germinación y el peso seco de brotes y guías de plantas de tomate, en el aumento del crecimiento del sistema radicular de plantas mejoradas de maíz dulce; así mismo, se ha encontrado interacción sinérgica entre *Trichoderma* y un hongo micorrízico en el desarrollo de *Citrus reshni*.

(<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

Klopper, 1984 citado por Alexander, 1997, notaron estimulación en el crecimiento de plántulas tratadas con suspensión de *Trichoderma spp.* Con miembros de la microflora de la rizosfera del suelo. González, 1997, realizó un estudio en plantines de tomates tratados con *Trichoderma spp.* Sobre el crecimiento vegetativo y se obtuvieron incrementos significativos en la altura de la planta de un 8 a un 15 %.

(www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Se ha encontrado que algunas especies de *Trichoderma* y en especial *Trichoderma harzianum*, tienen el potencial de aumentar el crecimiento y desarrollo de las plantas, esto parece deberse a la inhibición de patógenos menores, a la producción de factores que estimulan el crecimiento de la planta y a que favorecen la toma de nutrientes. (Araujo, 1995, citado por Sánchez *et al.*)

(www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Cupul *et al.*, 1999, utilizó biopreparados de *Trichoderma* en la producción de plantines de café donde obtuvo plantas de óptima calidad y estimulación en la

germinación de las hojas cotiledonales. Gonzáles, 1997, en su estudio con plantines de tomate tratados con *Trichoderma*, obtuvo incremento significativo en el número de hojas de un 11%. (Sánchez et al. (www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf))

Pruebas realizadas en 1988, con *Trichoderma*, por el Departamento de Patología de la Universidad de Colorado, comprobaron el incremento del desarrollo de plantas de crisantemos, petunias, tomates, pimienta, lechugas, zanahorias, col, pepino, algodón, guisantes, frijoles entre otras plantas, estas pruebas consolidaron la formulación de un producto comercial a base de *Trichoderma*, llamado Promot Plus®. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

Smith et al. y Lo et al., señalan que estos incrementos pueden atribuirse a la eliminación de patógenos menores que se encuentran en la rizósfera; se han señalado otras alternativas:

- Windham, encontró que *Trichoderma* produce un factor regulador de crecimiento sobre plantas de tomate, tabaco y rábano.
- Altamore et al. sugieren que la promoción del desarrollo se debe a que *Trichoderma* tiene la capacidad de solubilizar el manganeso sin importar el pH del medio ni la disponibilidad del mismo, es decir, que lo solubiliza constantemente, estos autores señalan que este microelemento es requerido para varias funciones fisiológicas de las plantas, tales como la fotosíntesis, el metabolismo del nitrógeno y la síntesis de los compuestos aromáticos como precursores de aminoácidos y hormonas, de fenoles y de lignina; resaltando, que por consiguiente el manganeso juega un papel importante en el crecimiento y la resistencia a enfermedades de las plantas. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

Alexander, 1997, en su estudio con *Trichoderma spp.* en el cultivo del café obtuvo estimulación en la variable materia seca total con incrementos significativos. (www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Marusia, 1997, plantea que la inoculación con *Trichoderma spp.* incrementa el crecimiento vegetativo, el número de plantas sanas, disminuye la mortalidad y

protege a la planta durante su germinación. (Sánchez et al. www.bioplantascu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

En cuanto a la influencia de *Trichoderma* sobre la nutrición mineral de las plantas superiores, Nicholas, 1965, indica que *Trichoderma viride* suprime la absorción de iones orgánicos pero incrementa la absorción de la glucosa por las raíces; Lo et al. 1997, refieren que *Trichoderma* incrementa la absorción de nutrientes a través del mejoramiento del desarrollo radicular o promoviendo la disponibilidad de los nutrientes necesarios. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

La especie *Trichoderma harzianum* actúa como promotor de crecimiento vegetal y a su vez incrementa la resistencia de la planta a condiciones de estrés. Estos hongos filamentosos saprófitos se asocian a las raíces de las plantas y les confieren a estas un mayor vigor y un mayor crecimiento. Actúan aumentando la captación de nutrientes y de agua por parte de las raíces, incrementando la solubilización de nutrientes inorgánicos como el Fósforo; además aumentan la tolerancia de las plantas a diversos factores de estrés abióticos (sequía, altas temperaturas, salinidad, etc.) o bióticos (ataque por patógenos). (www.bioplantascu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Con relación al beneficio que *Trichoderma* puede percibir de las plantas superiores, Jackson, 1965, refiere que ciertas variedades cultivadas resistentes a patógenos de la raíz, deben su propia resistencias a “peculiaridades” de los exudados de sus raíces, los cuales favorecen el establecimiento de microorganismos antagónicos junto con los hongos patogénicos.

Timonin, citado por Jackson, 1965, mostró que la diferencia entre la rizósfera de variedades susceptibles y resistentes estuvo correlacionada con las diferencias del ácido hidrocianico, el cual fue secretado en grandes cantidades en plantas resistentes y sólo en trazas en plantas susceptibles. Actualmente se ha demostrado que *Trichoderma viridae* es estimulada por la presencia de dicha sustancia. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

3.7.1.1.10 Trichosoil ®

Trichosoil es un fungicida biológico a base de una cepa de *Trichoderma harzianum*, cepa L1 aislada por Lage y Cía. S.A. en el Departamento de Canelones a partir de un escleroto de *Sclerotium rolfsii* en un cultivo de ajo.

Trichosoil se compone de: *Trichoderma harzianum* cepa L1 (mínimo 5×10^8 ufc/g de producto) en un 58,8 % y de materia inerte en un 41,2 %.

Formulado en un soporte sólido, de fácil aplicación, que se incorpora a sustratos para la producción de plántines o en suspensión acuosa como riego en el trasplante o al cuello de plántines o plantas de cultivos forestales, hortícolas y ornamentales.

Ha sido especialmente desarrollado para el control de hongos patógenos del género *Sclerotium spp*, *Sclerotinia spp*, *Botrytis spp*, *Fusarium spp* y los pertenecientes al complejo damping-off.

En condiciones de invernáculo y de campo, Trichosoil detiene el desarrollo del micelio del patógeno y también las estructuras de resistencia, como los esclerotos, a los cuales no acceden los productos químicos y que permanecen en el suelo como fuente de inóculo potencial para sucesivos cultivos.

Tiene un espectro definido de tolerancia a fungicidas como flutolanil, ipriodone, metalaxil, propamocarb, folpet, entre otro, y se han constatado incrementos en el porcentaje de plantas sanas y reducción de la incidencia y severidad del patógeno cuando se aplica Trichosoil con los fungicidas citados.

También es posible alternarlo con fungicidas en un plan de Manejo Integrado de enfermedades como las causadas por *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia spp* o *Fusarium spp*; tomando la decisión de aplicar uno u otro producto según el ciclo en que se encuentre el patógeno y las condiciones ambientales.

Debe tenerse en cuenta que Trichosoil no ejerce acción inmediata de control y es necesario un tiempo luego de su aplicación para que colonice el sustrato o superficie vegetal; lo cual depende, entre otras cosas, de las condiciones de temperatura y humedad.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar, época y duración del ensayo

El ensayo se realizó en el vivero “La Buena Unión” perteneciente a la empresa COLONVADE S.A. en el período correspondiente al 22 de diciembre del año 2003 hasta el 20 de mayo del año 2004. El vivero está ubicado en el Km 456 de la Ruta Nacional número 5 (Gral. Fructuoso Rivera).

4.2 Invernáculo



Figura 5. Vista interior del invernáculo utilizado en el ensayo

El invernáculo donde se realizó el ensayo tiene una superficie aproximada de 1000 m²; los caminos internos son de hormigón y las bandejas están sobre una estructura de madera y chapa galvanizada (rieles) elevada aproximadamente un metro del nivel del suelo. Debajo de los rieles donde se colocan las bandejas, el terreno se encuentra cubierto por “piedra partida” para evitar la germinación de malezas.

La estructura del invernáculo se compone de caños galvanizados cubiertos por polietileno transparente con filtro para rayos ultravioletas y malla sombrite. Hay dos tipos de mallas sombrite: una lateral que intercepta el 80 % de la luz solar y una superior que intercepta el 20 % (para evitar daños causados por granizo).

4.3 Sustrato

El sustrato utilizado se basa en corteza de pino compostada. Cuenta las siguientes propiedades:

- pH: 4,8-5.5
- Conductividad eléctrica: 600-1000 micro Siemen
- Densidad: 380-450 g/Kg (varía con la humedad y tamaño de partículas)

4.4 Trichosoil ®

Trichosoil es un fungicida biológico a base de una cepa de *Trichoderma Harzianum*, cepa L1 aislada por Lage y Cía. S.A. en el Departamento de Canelones a partir de un escleroto de *Sclerotium rolfsii* en un cultivo de ajo.

Trichosoil se compone de: *Trichoderma harzianum* cepa L1 (mínimo 5×10^8 ufc/g de producto) en un 58,8 % y de materia inerte en un 41,2 %.

- **Dosis y Método de aplicación:**

La dosis de aplicación fue de 3 Kg de Trichosoil por metro cúbico de sustrato. Se efectuó la mezcla humedeciendo el sustrato y se cubrió con plástico para incubarlo y promover la germinación de los conidios y desarrollo de más micelio.

4.5 Bandejas

Se utilizaron 80 bandejas de PVC negro de 72 celdas cada una, con una capacidad de 93 cc por celda. Las mismas tienen forma de pirámide truncada e invertida y poseen como sistema antiepiralizante bordes de celda rectos y

costillas. La poda de raíces se produce mediante ranuras verticales y ausencia de fondo en las celdas. Las bandejas presentan intersticios vacíos entre celdas con el objetivo de mejorar la densidad y distribución de plantines en la bandeja.

Las bandejas no siempre son desinfectadas, ya que el vivero no cuenta con una técnica adaptada en tal sentido. Se les elimina el sustrato remanente con agua a presión y en ciertas ocasiones se las desinfecta con Benzalconio al 5 % (desinfectante hospitalario más efectivo que el hipoclorito) .

4.6 Semillas

Las semillas utilizadas en el ensayo provienen de huerto semillero de primera generación originarias de Sudáfrica. El lote de semillas fue estratificado durante 30 días a 4 °C, no se le realizaron tratamientos presiembra.

4.7 Acondicionamiento de *Trichoderma harzianum* en el sustrato

Previo a la instalación del ensayo, unos 7 días antes de la siembra se incorporo al sustrato el agente microbiano, a razón de 3 Kg/m³ de sustrato.

Se mezcló Trichosoil con el sustrato, tapó con polietileno y se dejó incubando a temperatura ambiente para promover la colonización. La dosis de *T. harzianum* indicada (3 Kg/m³) representa una población esperada de conidios o propágulos equivalente a 1,5 x 10⁶ UFC/celda o por planta. Luego se llenaron las bandejas de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 con el sustrato inoculado con *T. harzianum* y las bandejas del tratamiento testigo (tratamiento 0) con sustrato sin inocular.

4.8 Siembra

La siembra fue llevada a cabo el 29 de diciembre de 2003. Se realizó manualmente colocando dos semillas por celda para garantizar el mayor porcentaje de celdas ocupadas en la bandeja. Posteriormente se cubrieron con sustrato previamente tamizado aproximadamente la mitad del largo de la semilla. Luego se regaron utilizando el sistema de riego de la empresa.

4.9 Micorrización

Se realiza a la quinta semana posterior a la siembra, donde se inocula a través del sistema de riego.

4.10 Riego

Se utiliza un sistema de riego por aspersión que posee los siguientes componentes fundamentales:

- 4 pozos semisurgentes que generan un caudal de 14 metros cúbicos por hora.
- Tanques Australianos con capacidad para 450 metros cúbicos.
- Tajamar de reserva con capacidad para 25.000 metros cúbicos.
- Alas con aspersores sobre un carril autoportante.

Calidad del agua de riego:

- pH: 5,5-5,8.
- Conductividad eléctrica: 125 micro Siemens.
- No presenta problemas de dureza.
- No presenta materia orgánica.

Manejo del riego: la intensidad de precipitación varía entre 3 y 15 mm/h dependiendo del estado de desarrollo de los plantines y la demanda atmosférica.



Figura 6. Sistema de riego

4.11 Fertilización

Se empleó una dosis de fertilizante al comienzo “efecto starter” (6 Kg de superfosfato concentrado por m³ de sustrato).

El calendario de fertilizaciones se divide en tres etapas (según el procedimiento que se realiza en el vivero): fase de arranque, de cría y de terminación. Para la primer etapa se utilizaron los siguientes fertilizantes: Fosfato de amonio (Magnum) (18-44-0) y Nitrato de potasio (13-0-46). En la fase de cría se usaron: Triple 18 (18-18-18), Nitrato de amonio (34-0-0), Nitrato de potasio (13-0-46) y Nitrato de calcio (15.5-0-0+Ca). En la fase de terminación se aplicó: Fercicare (11-9-35) y Fosfato de potasio (0-52-34).

4.11.1 Tratamientos

Se realizaron 5 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento. La diferencia entre tratamientos corresponde a diferentes dosis de fertilización e incorporación o no de *T. harzianum*.



Figura 7. Vista general del ensayo

El primer tratamiento (T0) o testigo, presenta el esquema de fertilización usado por el vivero y no posee agente de biocontrol. Los 4 tratamientos restantes presentan mezclado con el sustrato, agente de biocontrol.

Al tratamiento 1 (T1) se le aplica la misma dosis de fertilizante que al T0; al tratamiento 2 se le aplica la mitad de la dosis que T0 y T1; al tratamiento 3 (T3) se le agrega el doble de dosis que el T0 y T1; y al tratamiento 4 (T4) se le aplica cuatro veces más fertilizante que a los tratamientos T0 y T1. (ver cuadro 7)

Cuadro 7. Dosis de fertilizantes por tratamiento

Etapa	Fertilizante	Tratamiento 0* (g/pl)	Tratamiento 1** (g/pl)	Tratamiento 2** (g/pl)	Tratamiento 3** (g/pl)	Tratamiento 4** (g/pl)
Arranque	18-44-0	0.010	0.010	0.005	0.020	0.040
	13-0-46	0.006	0.006	0.003	0.012	0.024
Cría	18-18-18	0.015	0.015	0.0075	0.03	0.06
	34-0-0	0.004	0.004	0.002	0.008	0.016
	18-18-18	0.015	0.015	0.0075	0.03	0.06
	13-0-46	0.0035	0.0035	0.00175	0.007	0.014
Terminación	11-9-35	0.013	0.013	0.0065	0.026	0.052
	0-52-34	0.009	0.009	0.0045	0.018	0.036

* T0 sin *Trichoderma harzianum*

** T1, T2, T3 y T4 con *Trichoderma harzianum*

Cuadro 8. Cantidades agregadas de macronutrientes según tratamiento, en las diferentes etapas de fertilización.

Etapa	Arranque			Cría			Terminación			Arranque + Cría + Terminación		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Tratamiento 0* (g/pl)	0.0026	0.0044	0.0028	0.0078	0.0054	0.0046	0.0014	0.0016	0.0076	0.0118	0.0114	0.015
Tratamiento 1** (g/pl)	0.0026	0.0044	0.0028	0.0078	0.0054	0.0046	0.0014	0.0016	0.0076	0.0118	0.0114	0.015
Tratamiento 2** (g/pl)	0.0013	0.0022	0.0014	0.0039	0.0027	0.0023	0.0007	0.0008	0.0038	0.0059	0.0057	0.0075
Tratamiento 3** (g/pl)	0.0052	0.0088	0.0056	0.0156	0.0108	0.0092	0.0028	0.0032	0.0152	0.0236	0.0228	0.03
Tratamiento 4** (g/pl)	0.0104	0.00176	0.0112	0.0312	0.0216	0.0184	0.0056	0.0064	0.0304	0.0472	0.0456	0.06

* T0 sin *Trichoderma harzianum*

* T1, T2, T3 y T4 con *Trichoderma harzianum*

La fertilización (en todas su etapas) se realizó vía foliar, usando una regadera con capacidad para 10 litros de agua y una frecuencia de una fertilización por semana.

La fase de arranque que comenzó el 13/2/04, se llevó a cabo en tres semanas. La fase de cría que se inició el 4/3/04 se realizó en 2 sub-etapas: fase de cría I y cría II; con una duración total de seis semanas. La fase de terminación se llevó a cabo en tres semanas, comenzando el 20/4/04. (Ver cuadro 9)

Cuadro 9. Programa de fertilización utilizado por la empresa Colonvade S.A. en el vivero “La Buena Unión”

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Etapas de fertilización	Inicial						Arranque				Cría						Terminación		
Fórmula	Fertilización starter						2-3-2				3-2-2						2-3-5		

4.12 Diseño estadístico

Se trata de un diseño de bloques completos al azar con: cuatro bloques, cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental son las bandejas que poseen una capacidad de 72 plantines.

4.13 Muestreo

4.13.1 Sustrato

Se realizaron dos muestreos: el primero en la semana 7 (13/2/04) y el segundo en la semana 21 (20/5/04) luego de la siembra.

Se extrajeron muestras para evaluar la colonización y sobrevivencia de *T. harzianum* en el sustrato. En el primer muestreo se extrajeron muestras de 5 celdas sin plantas de cada repetición y de cada tratamiento totalizando 20 bandejas, juntándolas en una muestra única.

Las muestras de sustrato se colocaron en bolsas de polietileno y se mantuvieron en conservadora hasta su procesamiento. En el segundo muestreo se siguieron los mismos lineamientos con diferencia que se extrajeron celdas con plantas para hacer el análisis foliar y el sustrato se utilizó para evaluar la

sobrevivencia de colonias de *Trichoderma harzianum*. En este caso, a diferencia del primer muestreo, no se mezclaron las muestras y fueron analizadas aisladamente por tratamiento y por bloque.

4.13.2 Plantines

4.13.2.1 Parámetros morfológicos

Los parámetros morfológicos: altura y diámetro de cuello de plantines, fueron evaluados en dos muestreos realizados en la semana 14 (30/3/04) y en la semana 21 (20/5/04). El procedimiento consistió en sortear una repetición (bandeja) de cada tratamiento en cada bloque, obteniendo un total de 20 bandejas.

4.13.2.2 Parámetros fisiológicos

Para la evaluación de los parámetros fisiológicos: peso fresco y peso seco de plantines y dosis de macro y micronutrientes, se realizaron dos muestreos: el primero en la semana 16 (13/4/04) y el segundo en la semana 21 (20/5/04).

Se sorteó una repetición (bandeja) de cada tratamiento por bloque, lo que totaliza 20 bandejas. (ver cuadro 11)

De cada bandeja se extrajeron 5 plantines al azar y se agruparon en una muestra única (por tratamiento y por bloque). Se acondicionaron en bolsas de polietileno, dejando la parte aérea hacia fuera, para evitar el contacto de las hojas con el sustrato. Luego se colocaron en una conservadora para su transporte y posterior análisis. Para el segundo muestreo se usaron las mismas bandejas y procedimientos que en el primero.

4.14 Medidas realizadas

4.14.1 Sustrato

El conteo de colonias de *Trichoderma harzianum*, en las muestras de sustrato extraídas en ambos muestreos, se realizó en el laboratorio LAGE & CIA S.A. En primer lugar se extrajeron 10 g de sustrato de cada muestra y se efectuaron varias diluciones (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}).

De las distintas diluciones se sembraron 0,5 ml por placa de Petri, previamente esterilizadas, en un medio de cultivo con los siguientes contenidos:

- Sacarosa 10 g/l
- Agar 10 g
- Extracto de levadura 1,5 g/l
- Cloruro de sodio 0,1 g/l
- Sulfato de magnesio 0,2 g/l
- Sulfato de estreptomicina 50 mg
- Fosfato dipotásico (al 5%) 1 g/l
- Colorante rojo congo 10 ml

Se ajustó a un pH de 5-5,3. Las placas se hicieron 2 días antes de sembrar el inóculo, conteniendo 13 ml del medio cada placa. Luego de sembrar el inóculo, las placas tapadas y envueltas en polietileno, se colocaron en estufa a 26 ± 2 °C durante 4 a 6 días, de tal manera que las UFC (unidades formadoras de colonias) se hicieran visibles pero que no se superpongan en su crecimiento.

Se realizaron dos conteos durante la incubación, en los que se considera el doble de la lectura multiplicado por la dilución que le corresponde. Los datos se expresan en UFC por gramo de sustrato. El peso seco de las muestras se obtuvo por medio del secado a estufa a 105 °C durante tres horas.

4.14.2 Plantines

4.14.2.1 Mediciones morfológicas

Los parámetros altura y diámetro de cuello, fueron determinados en todos los plantines de las bandejas muestreadas. La altura de los plantines se midió con una regla milimetrada y los diámetros de cuello con un calibre (precisión de 1 mm). Se dejaron permanentes las mismas bandejas para ambos muestreos.



Figura 8. Altura promedio de plantines por tratamiento en el primer muestreo

4.14.2.2 Mediciones fisiológicas

Los parámetros fisiológicos peso fresco y peso seco fueron medidos en el laboratorio de bioquímica y del departamento forestal de la Facultad de Agronomía.

Para evaluar el peso se extrajo cuidadosamente la raíz del terrón de sustrato, usando agua destilada para romper lo menos posible el sistema radical. Se dejó escurrir el agua para evaluar el peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de parte radical del conjunto de 5 plantines por tratamiento y por bloque.

Para la medición del peso seco, se usó el método sugerido por INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) para peso seco de muestras en microondas. (Cazzolino, 1997)

Se colocaron 5 plantines de cada tratamiento, en bolsas de papel dentro del microondas junto con un vaso de bohemia con agua hasta la cuarta parte, para evitar que se incinere la muestra.

Se procedió a secar en tandas iniciales de 3-4 minutos y tandas finales de 1-2 minutos, hasta llegar a peso constante. En cada tanda de secado se cambió el agua para que no hirviera y salpicara la muestra. Los pesos frescos y secos fueron medidos en una balanza digital con una precisión de décima de gramo.

4.15 Sanidad de plantines

No se aplicaron tratamientos fitosanitarios durante el ensayo. En cada fertilización e instancias de muestreo se realizaron controles visuales de síntomas de enfermedades.

4.16 Análisis estadístico

Las variables pesos frescos y secos (total, parte aérea y raíz), fueron analizadas a través de un modelo lineal, cuya forma general fue la siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \lambda_j(\tau_i) + \beta_k + \eta_l + (\tau.\eta)_{il} + \lambda_j(\tau.\eta)_{il} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} es la variable de respuesta (pesos frescos y secos)
- μ es la media general
- τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento (presencia de *T. harzianum*)
- $\lambda_j(\tau_i)$ es el efecto de la j-ésima dosis dentro del tratamiento de *T. harzianum*
- β_k es el efecto aleatorio de k-ésimo bloque
- η_l es el efecto del l-ésimo muestreo
- $(\tau.\eta)_{il}$ y $\lambda_j(\tau.\eta)_{il}$ son las interacciones con muestreo
- ε_{ijkl} es el error experimental

Las variables altura y diámetro, fueron analizadas a través de un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo. La forma general del modelo estadístico fue la siguiente

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \lambda_j(\tau_i) + \beta_k + \eta_l + (\tau.\eta)_{il} + \lambda_j(\tau.\eta)_{il} + \varepsilon_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} es la variable de respuesta (altura y diámetro)
- μ es la media general
- τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento (presencia de *T. harzianum*)
- $\lambda_j(\tau_i)$ es el efecto de la j-ésima dosis dentro del tratamiento de *T. harzianum*
- β_k es el efecto aleatorio de k-ésimo bloque
- η_l es el efecto del l-ésimo muestreo
- $(\tau \cdot \eta)_{il}$ y $\lambda_j(\tau \cdot \eta)_{il}$ son las interacciones con muestreo
- ϵ_{ijkl} es el error experimental
- ϵ_{ijkl} es el error de las medidas repetidas

En todos los modelos, se probó la tendencia lineal y cuadrática de la dosis dentro del tratamiento con *T. harzianum*, a través de contrastes de tendencia. En los casos en que algún contraste de tendencia resultó significativo, los parámetros de tendencia fueron estimados usando las medias de tratamiento. Las medias de tratamientos, fueron comparadas utilizando el test de Tukey

Para los análisis de varianza, se utilizó el procedimiento mixed del paquete estadístico SAS versión 8.2. Para el ajuste de las curvas de tendencia, se utilizó el procedimiento GLM del mismo paquete estadístico.

El nivel de confianza utilizado para el análisis de varianza, varía según la variable utilizada ya que está implícito en el propio programa S.A.S.

5. RESULTADOS

Para el análisis de los parámetros que definen la calidad de plantín (altura, diámetro de cuello, peso fresco y peso seco) se utilizaron valores promedios entre los dos muestreos, ya que no se encontró significativa la interacción entre muestreos (igual ranking de tratamientos en ambos muestreos).

Los resultados del análisis estadístico del promedio de los dos muestreos efectuados para los parámetros morfológicos y fisiológicos, y toda la información recabada de las medidas efectuadas en los muestreos se presentan en Anexo 1 y 2.

5.1 Parámetros morfológicos

5.1.1 Altura

En el estudio de análisis de varianza para el promedio de los dos muestreos, se observó un efecto diferente entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) respecto al tratamiento sin *T. harzianum* (T0), ($p=0,0048$). En cambio, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* ($p=0,14$) (ver cuadro 12).

Dado lo anterior no se ajustó ningún modelo estadístico.

Cuadro 12. Datos de altura de los plantines del promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Altura promedio de los dos muestreos (cm)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	15.41 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	12.42 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	12.42 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	14.01 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	15.61 b
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	15.21 b
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	16.80 b

* 1: fertilización Colonvade S.A.; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A.; * 4: cuatro veces

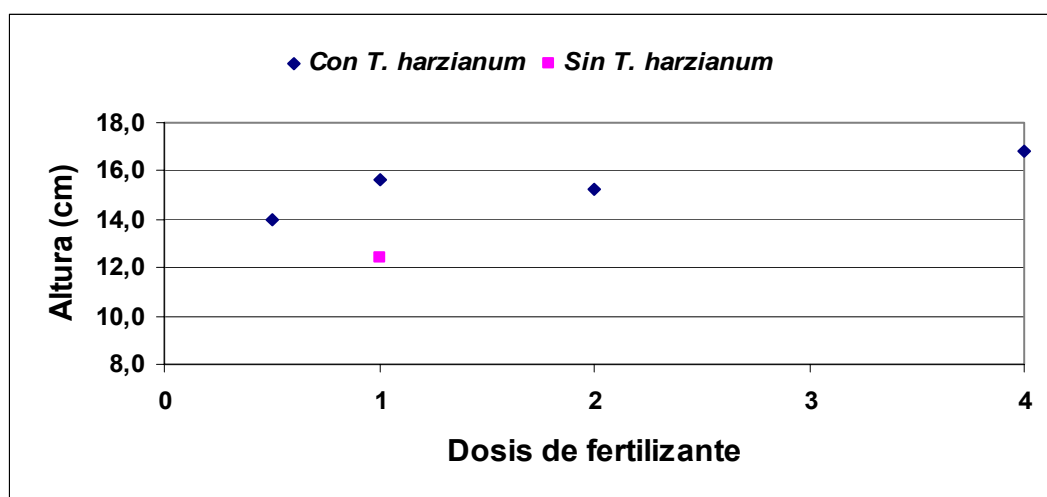


Figura 9. Altura (cm) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.1.2 Diámetro de cuello

Como se puede observar en el cuadro 13 los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas en diámetro de cuello (promedio de los dos muestreos) con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0), con $p=0,004$.

Cuadro 13. Datos de Diámetro de cuello de plantines para el promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Diámetro de cuello promedio de los muestreos (mm)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	2.37 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	2.06 b
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	2.06 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	2.19 ab
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	2.27 abc
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	2.41 bc
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	2.58 c

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos que tienen *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), se aprecia que el T4 es estadísticamente diferente al T2 en diámetro de cuello (promedio de los dos muestreos) con $p= 0,017$.

Dado la relación existente entre diámetro de cuello y dosis de fertilizante con *T. harzianum*, se ajustó un modelo lineal:

$$\text{Diámetro de cuello} = 2,16 + 0,11x \text{ (dosis de fert. Colonvade)}$$

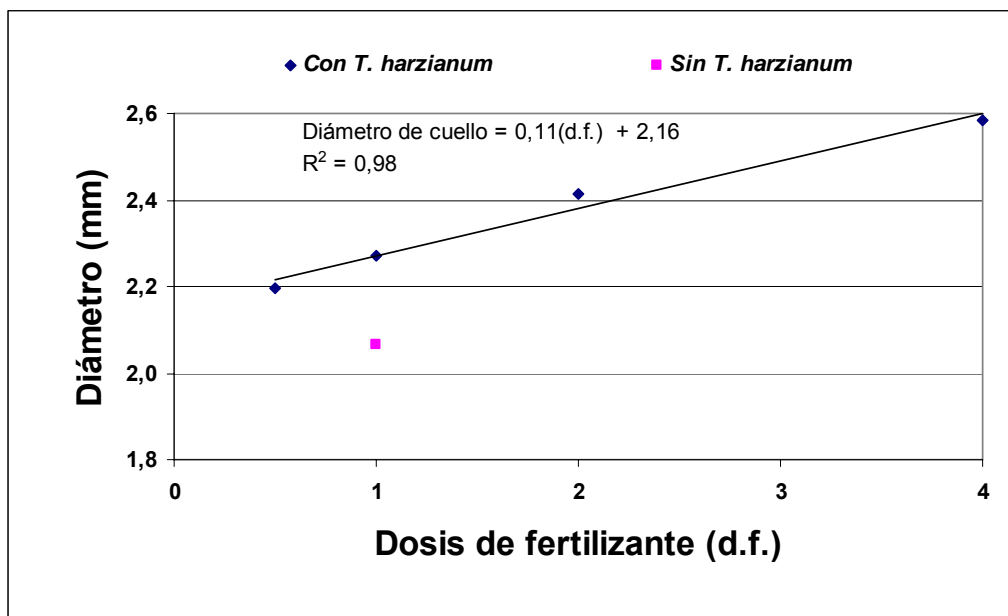


Figura 10. Diámetro de cuello (mm) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.2 Parámetros fisiológicos

5.2.1 Peso de Materia Fresca

Se puede observar en el cuadro 14 que los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas en Peso fresco total (5 plantines) del promedio de los dos muestreos con respecto al tratamiento sin *T. harzianum* (T0), con $p < 0.0001$.

Cuadro 14. Datos de Peso fresco total (5 plantines) promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso fresco total (5 plantines) promedio de muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	18.48 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	12.43 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	12.43 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	14.96 ab
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	16.72 b
2*+ <i>T. harziaanum</i>	T3	20.96 c
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	21.28 c

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos que tienen *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), se aprecia que T3 y T4 son estadísticamente diferentes a T1 y T2 en peso fresco total (5 plantines) del promedio de los dos muestreos con $p < 0.0001$.

Dado la relación existente entre el Peso fresco total y dosis de fertilizante, se ajustó el siguiente modelo cuadrático:

$$P.F.T. = 11,60 + 6,68x(\text{dosis de fert.Colonvade}) - 1,06x(\text{dosis de fert. Colonvade})^2$$

$$Dosis_{(max)} = -\hat{\beta}_1 / 2\hat{\beta}_2 = 6,68 / -2 \times 1,06 = 3,14 \text{ fertilizaciones Colonvade}$$

$$P.F.T._{(max)} = 1,60 + 6,68x(3,14) - 1,06x(3,14)^2 = 22,10 \text{ g}$$

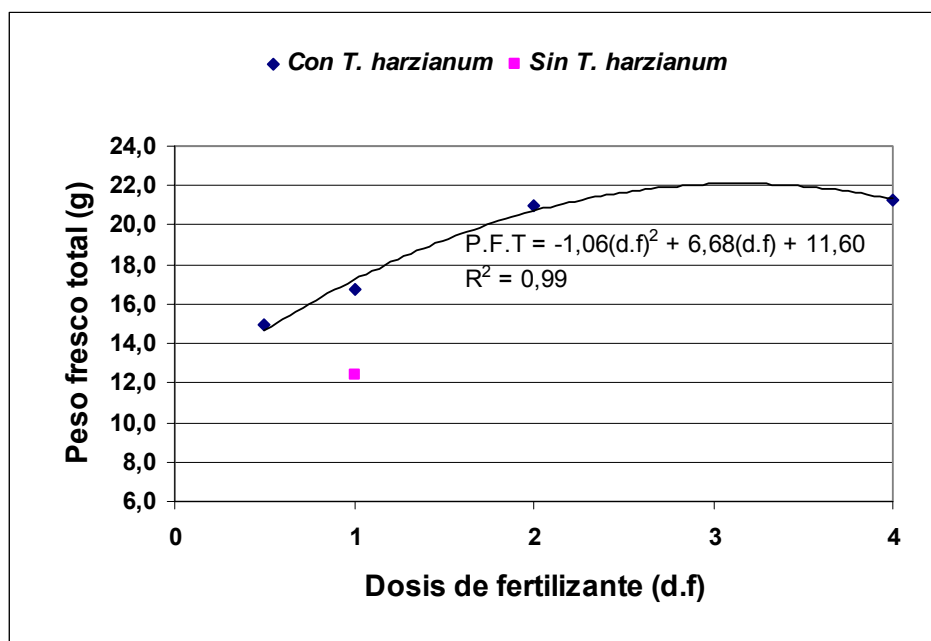


Figura 11. Peso fresco total (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia de *Trichoderma harzianum*.

5.2.1.1 Parte Aérea

Como se puede observar en el cuadro 15 los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0), en peso fresco parte aérea (5 plantines) del promedio de los dos muestreos, con $p < 0.0001$.

Cuadro 15. Datos de Peso fresco parte aérea (5 plantines) promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso fresco parte aérea (5 plantines) promedio de muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	12.76 b
Sin <i>T. Harzianum</i>	T0	8.35 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	8.35 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	9.47 ab
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	11.20 b
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	14.59 c
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	15.79 c

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos que tienen *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), se aprecia que T3 y T4 son estadísticamente diferentes a T1 y T2 en peso fresco parte aérea (5 plantines) del promedio de los dos muestreos con $p < 0.0001$.

Dado la relación existente entre el Peso fresco parte aérea y dosis de fertilizante en los tratamientos con *T. harzianum*, se ajustó el siguiente modelo cuadrático:

$$P.F.P.A. = 6,85 + 5,38x(\text{dosis de fert. Colonvade}) - 0,78x(\text{dosis de fert. Colonvade})^2$$

$$Dosis_{(max)} = -\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} = -\frac{-5,38}{2(-0,78)} = 3,43 \text{ fertilizaciones Colonvade}$$

$$P.F.P.A._{(max)} = 6,85 + 5,38x(3,43) - 0,78x(3,43)^2 = 16,07 \text{ g}$$

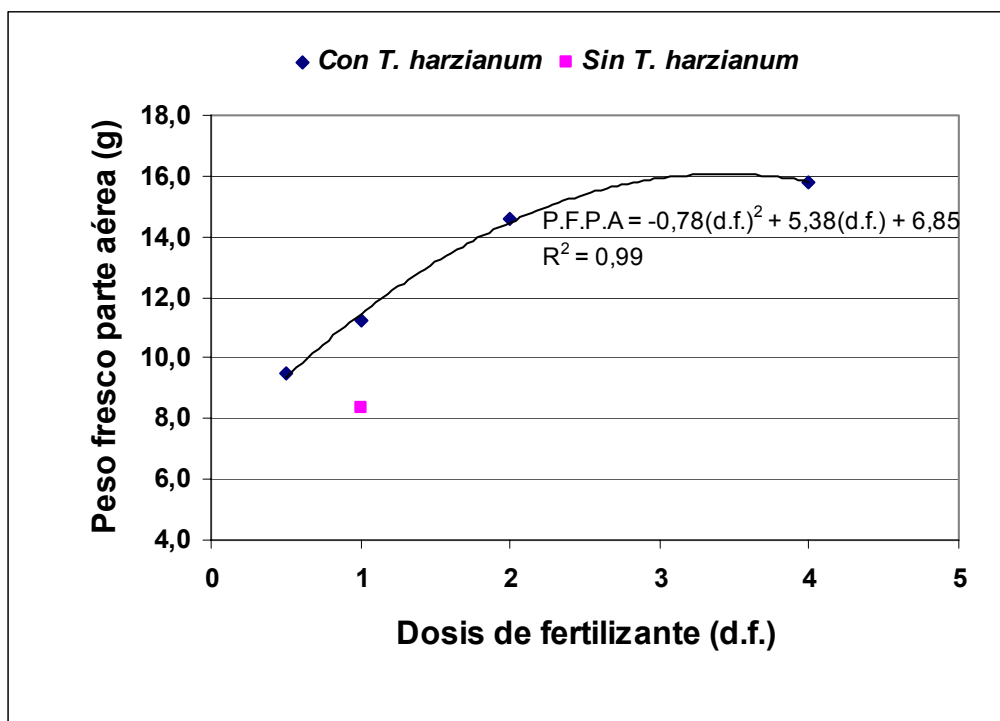


Figura 12. Peso fresco parte aérea (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.2.1.2 Parte Radical

En el cuadro 16 se puede observar que los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan diferencias significativas con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0) en peso fresco radical (5 plantines) del promedio de los dos muestreos, con $p < 0.0001$.

Cuadro 16. Datos de Peso fresco radical (5 plantines) promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso fresco radical (5 plantines) promedio de los dos muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	5.69 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	4.08 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	4.08 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	5.48 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	5.43 b
2*+ <i>T. harziaanum</i>	T3	6.37 b
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	5.49 b

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos con presencia de *T. harzianum* no se observan diferencias significativas con $p=0,15$, por tal motivo, no se ajustó ningún modelo estadístico.

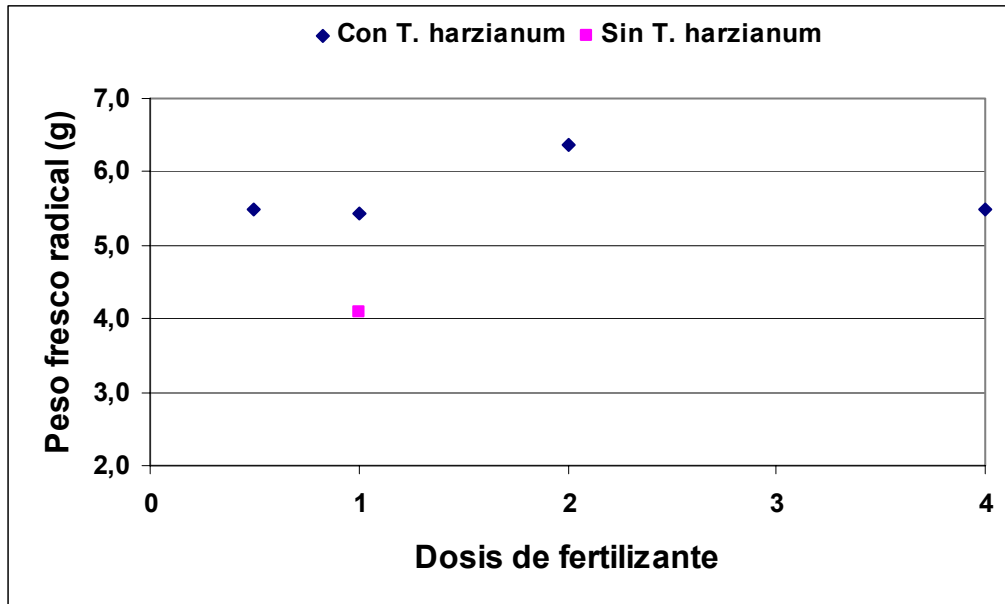


Figura 13. Peso fresco parte radical (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.2.2 Peso de Materia Seca

Como observa en el cuadro 17, existen diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) y el tratamiento sin inocular (T0), con $p < 0.0001$.

Cuadro 17. Datos de Peso seco total (5 plantines) promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso seco total (5 plantines) promedio de los dos muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	4.90 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	3.54 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	3.54 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	4.34 a
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	4.41 a
2*+ <i>T. harziaanum</i>	T3	5.33 b
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	5.53 b

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos que presentan *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), los tratamientos T3 y T4 difieren significativamente con T1 y T2, con $p=0,0005$.

Para este parámetro se ajustó un modelo lineal:

$$P.S. T. = 4,23 + 0,36x(\text{dosis de fert. Colonvade})$$

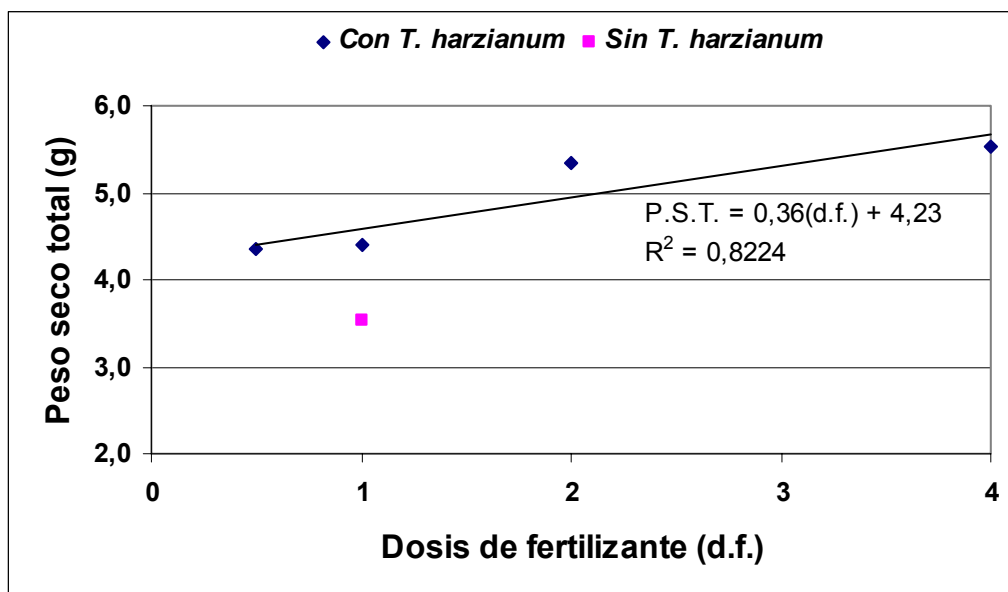


Figura 14. Peso seco total (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.2.2.1 Parte Aérea

Se puede observar en el cuadro 18 que los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0), en Peso seco parte aérea (5 plantines) del promedio de los dos muestreos, con $p < 0,0001$.

Cuadro 18. Datos de Peso seco parte aérea (5 plantines) promedio de los dos muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso seco parte aérea (5 plantines) promedio de los dos muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	3.47 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	2.39 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	2.39 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	2.79 ab
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	3.04 b
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	3.89 c
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	4.17 c

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos que tienen *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), los tratamientos T3 y T4 son significativamente superiores al T1 y T2

Para los tratamientos que presentan *T. harzianum* se ajustó un modelo cuadrático:

$$P.S.P.A.= 2,19+1,13x(\text{dosis de fert.Colonvade})-0,16x(\text{dosis de fert. Colonvade})^2$$

$$Dosis_{(max)} = -\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} = 2,19/-2x0,16 = 3,53$$

$$P.S.P.A._{(max)} = 2,19+1,13x(3,53)-0,16x(3,53)^2 = 4,19 \text{ g}$$

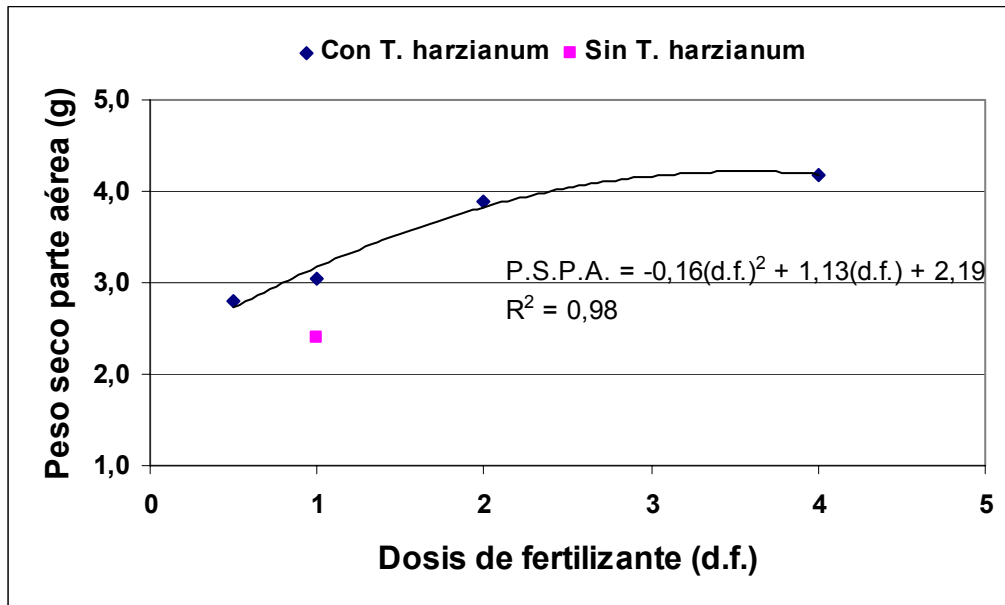


Figura 15. Peso seco parte aérea (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.2.2.2 Parte Radical

Se puede observar en el cuadro 19 que los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0) en Peso seco parte radical (5 plantines) del promedio de los dos muestreos, con $p=0,012$.

Cuadro 19. Datos de Peso seco parte radical (5 plantines) promedio de los muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Peso seco radical (5plantines) promedio de los dos muestreos (g)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	1.42 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	1.15 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	1.15 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	1.55 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	1.36 b
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	1.44 b
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	1.35 b

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A; * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

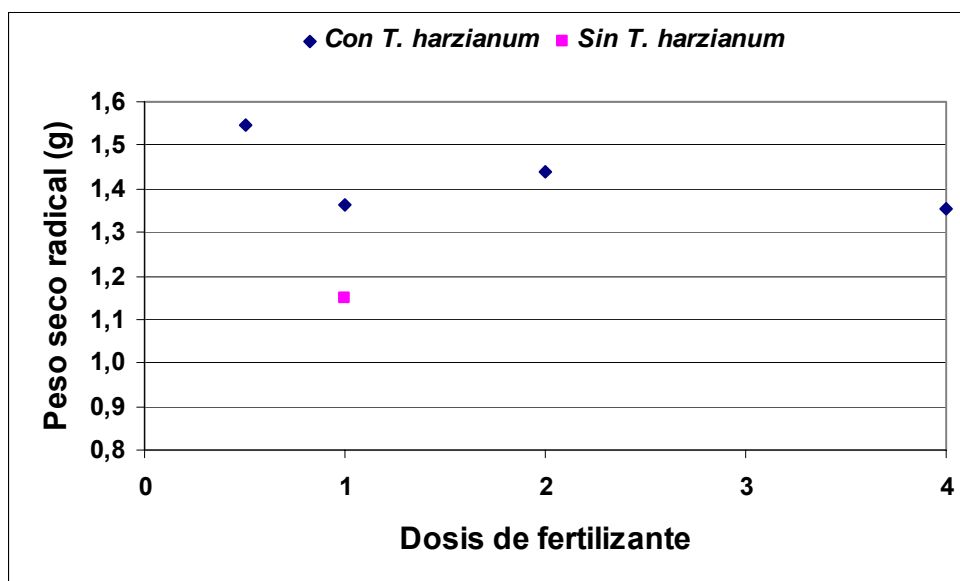


Figura 16. Peso seco parte radical (5 plantines) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*

Entre los tratamientos con presencia de *T. harzianum* no se observan diferencias significativas, por tal motivo, no se ajustó ningún modelo estadístico.

5.2.3 Nutrición de Plantines

Para el análisis de las concentraciones foliares de Nitrógeno, Potasio y Boro se utilizaron valores promedios entre los dos muestreos, ya que no se encontró significativa la interacción entre muestreos (igual ranking de tratamientos en ambos muestreos). En el caso de Fósforo, se realiza un análisis conjunto de los dos muestreos ya que se aprecia una interacción significativa entre ambos, con $p=0.001$.

5.2.3.1 Macronutrientes

5.2.3.1.1 Nitrógeno

Como observa en el cuadro 20, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) y el tratamiento sin inocular (T0), con $p<0.25$.

Cuadro 20. Datos de concentración foliar de Nitrógeno (%) promedio de los muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	N %
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	1.80 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	1.75 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	1.75 ab
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	1.47 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	1.67 ab
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	2.04 a
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	2.01 ab

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), solo se aprecian diferencias estadísticas entre T2 y T3, siendo este último mayor, con $p=0.02$.

Para este parámetro se ajustó un modelo lineal:

$$N (\%) = 1,53 + 0,15 \times (\text{dosis de fert. Colonvade})$$

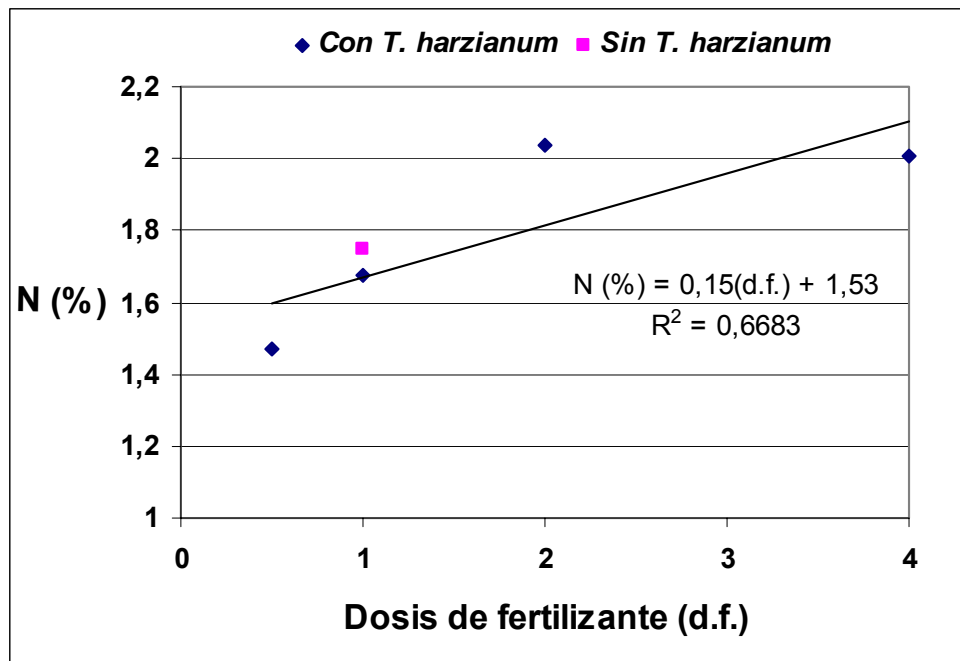


Figura 17. Contenido de Nitrógeno (%) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*

De estos resultados se puede inferir que con el doble de la fertilización aplicada por Colonvade S.A., en presencia de *T. harzianum*, se alcanzaría el máximo valor de concentración foliar.

5.2.3.1.2 Fósforo

Como observa en el cuadro 21, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) y el tratamiento sin inocular (T0), con $p < 0.02$ para el primer muestreo.

Cuadro 21. Datos de Fósforo (%) para el primer muestreo.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	P %
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	0.19 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,19 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,19 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	0,17 a
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	0,20 a
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	0,19 a
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	0,20 a

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos con presencia de *T. harzianum* no se observan diferencias significativas, con $p=0.02$; por tal motivo, no se ajustó ningún modelo estadístico.

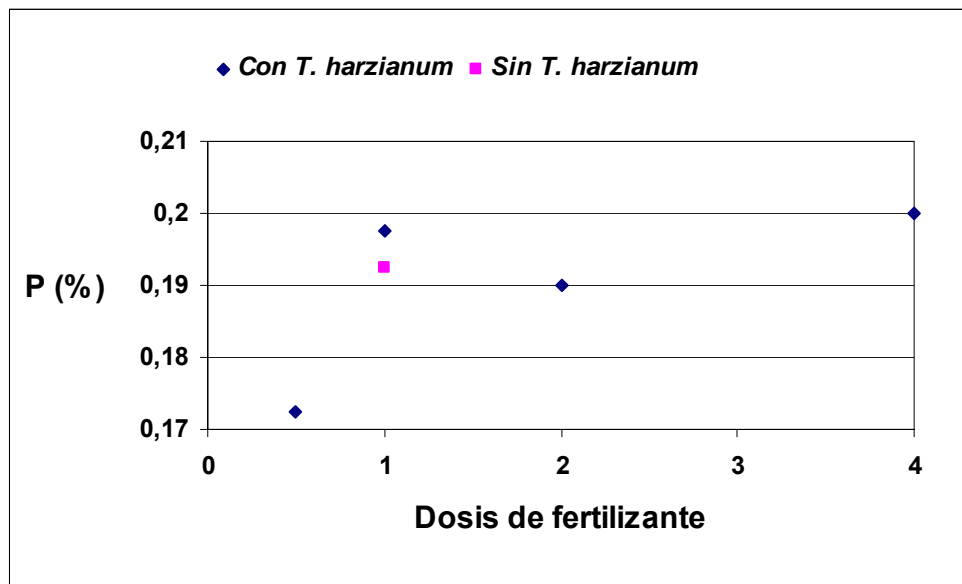


Figura 18. Contenido de Fósforo (%) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum* para el primer muestreo.

Como observa en el cuadro 22, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) y el tratamiento sin inocular (T0), con $p < 0.02$ para el primer muestreo.

Cuadro 22. Datos de Fósforo (%) para el segundo muestreo.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	P %
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	0,21 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,25 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,25 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	0,23 a
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	0,20 a
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	0,21 a
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	0,20 a

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos con presencia de *T. harzianum* no se observan diferencias significativas, con $p = 0.02$; por tal motivo, no se ajustó ningún modelo estadístico.

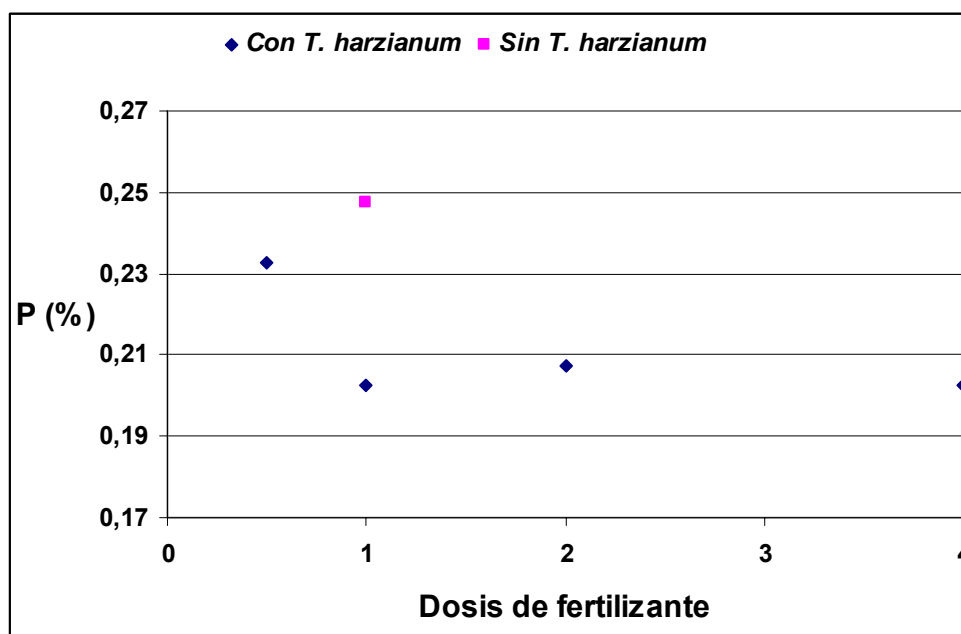


Figura 19. Contenido de Fósforo (%) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum* para el segundo muestreo.

Entre los tratamientos con presencia de *T. harzianum* no se observan diferencias significativas, por tal motivo, no se ajustó ningún modelo estadístico.

Cuadro 23. Datos de Fosforo (%) según muestreo.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	Muestreo	P %
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	1	0,17 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	2	0,23 b
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	1	0,19 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	2	0,25 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	1	0,20 a
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	2	0,20 a
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	1	0,19 a
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	2	0,21 a
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	1	0,20 a
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	2	0,20 a

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Se encontraron diferencias estadísticas (aumento) en la concentración de Fósforo para los tratamientos T0 y T2 entre el primer y segundo muestreo, en cambio no se apreciaron diferencias para los restantes y tratamientos.

5.2.3.1.3 Potasio

Como observa en el cuadro 24, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) y el tratamiento sin inocular (T0), con $p < 0,01$.

Cuadro 24. Datos de Potasio (%) promedio de los muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	K %
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	0,73 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,73 a
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	0,73 abc
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	0,66 c
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	0,71 bc
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	0,76 ab
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	0,80 a

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

Entre los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) solo se aprecian diferencias estadísticas entre T2-T3 y T2-T4, con $p=0.01$.

Para este parámetro se ajustó el siguiente modelo lineal:

$$K (\%) = 0,66 + 0,04 \times (\text{dosis de fert. Colonvade})$$

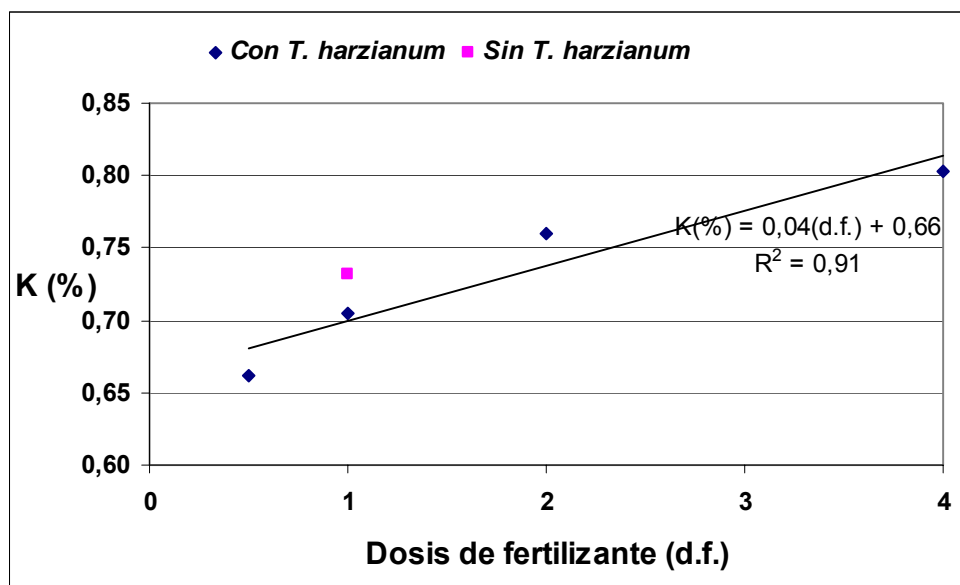


Figura 20. Contenido de Potasio (%) en función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

Se aprecia un aumento en la concentración foliar de Potasio (con pendiente 0,04) con el aumento en la dosis de fertilizante.

5.2.3.2 Micronutrientes

5.2.3.2.1 Boro

Se puede observar en el cuadro 25 que los tratamientos con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4) presentan diferencias significativas con el tratamiento sin *T. harzianum* (T0), en concentración foliar de Boro (ppm), con $p < 0,0075$.

No se aprecian diferencias estadísticas entre los tratamientos con *T. harzianum*.

Cuadro 25. Datos de Boro (ppm) promedio de los muestreos.

Dosis Fertilizante	Tratamiento	B (ppm)
Con <i>T. harzianum</i>	T1-T2-T3-T4	58,88 a
Sin <i>T. harzianum</i>	T0	47,50 b
1* Sin <i>T. harzianum</i>	T0	58,88 a
0.5*+ <i>T. harzianum</i>	T2	49,38 b
1*+ <i>T. harzianum</i>	T1	45,13 b
2*+ <i>T. harzianum</i>	T3	45,63 b
4*+ <i>T. harzianum</i>	T4	49,88 b

* 1: fertilización Colonvade S.A; * 0.5: la mitad de fertilización Colonvade S.A.

* 2: el doble fertilización Colonvade S.A: * 4: cuatro veces fertilización Colonvade S.A

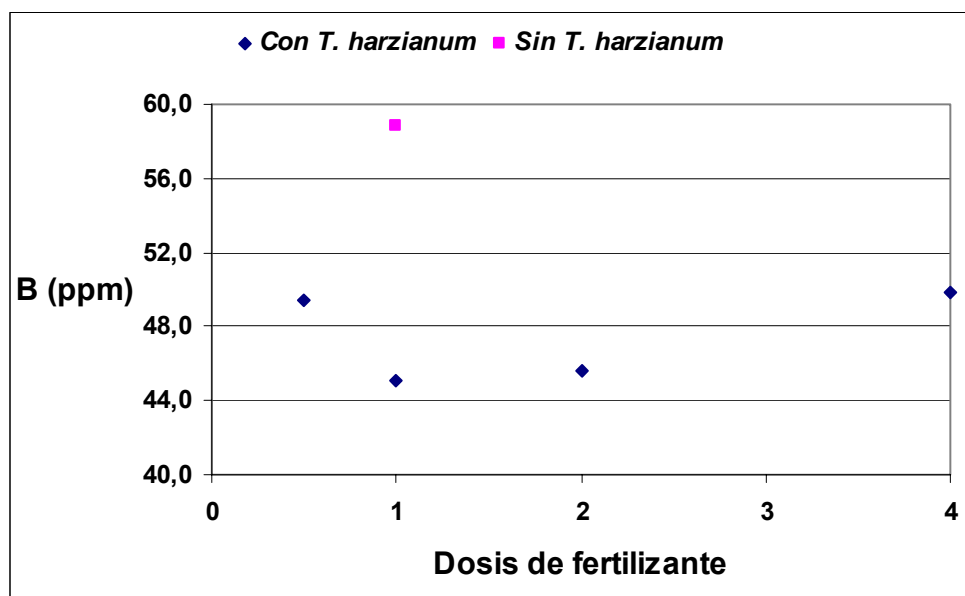


Figura 21. Contenido de Boro (ppm) función de las diferentes dosis de fertilizante y presencia o no de *Trichoderma harzianum*.

5.3 Colonización y sobrevivencia de *Trichoderma harzianum* en el sustrato

La dosis inicial calculada para los tratamientos inoculados con *Trichoderma harzianum* (13/2/04) es $6,0 \times 10^5$ UFC/g de sustrato húmedo.

Como se observa en el Cuadro 20, en el segundo muestreo (20/5/04) el promedio de los tratamientos inoculados con *T. harzianum* es de 2.15×10^5 UFC/g de sustrato húmedo, lo cual es casi siete veces mayor que el tratamiento sin inocular (T0).

Cuadro 26. Número promedio de colonias de *Trichoderma harzianum* en el sustrato por tratamiento para el segundo muestreo.

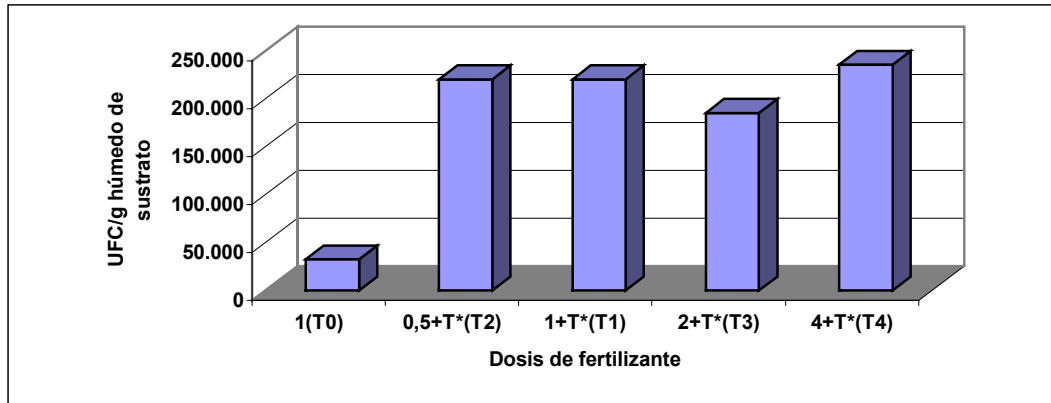
Tratamiento	UFC/g de sustrato
To	3.25×10^4
T1	2.2×10^5
T2	2.2×10^5
T3	1.85×10^5
T4	2.35×10^5

El cuadro 21 revela el porcentaje de sobrevivencia de UFC/g de sustrato húmedo. Dentro de los tratamientos inoculados con *T. harzianum* el porcentaje promedio de sobrevivencia es de 35.9 %.

Cuadro 27. Unidades formadoras de colonias de *T. harzianum* por gramo de sustrato para el primer y segundo muestreo y su porcentaje de sobrevivencia.

Tratamiento	UFC/g del primer muestreo de sustrato	UFC/g del segundo muestreo de sustrato	Porcentaje de sobrevivencia (UFC/g) entre el primer y segundo muestreo
T0	S/D*	3.25×10^4	-
T1	6×10^5	2.2×10^5	36.7
T2	6×10^5	2.2×10^5	36.7
T3	6×10^5	1.85×10^5	30.8
T4	6×10^5	2.35×10^5	39.2

S/D* : sin dato



*T: *Trichoderma harzianum*; Nota: las dosis de fertilizante no están a escala

Figura 22. Unidades formadoras de colonias por gramo de sustrato húmedo según dosis de fertilizante y presencia o no de *T. harzianum*.

6. DISCUSIÓN

Cuadro 28. Resultados obtenidos para los diferentes parámetros evaluados.

Parámetros	Diferencias significativas con y sin <i>T. harzianum</i> ($p < 0.05$)	Diferencias significativas entre tratamientos con <i>T. harzianum</i> ($p < 0.05$)	Modelo ajustado ($p < 0.05$)	Coeficientes estimados		
				β_0	β_1	β_2
Altura	Si	No	-	-	-	-
Diámetro		Si	Lineal	2,16	0,11	-
P.F.T		Si	Cuadrático	11,6	6,68	- 1,06
P.F.P.A.		Si	Cuadrático	6,85	5,38	- 0,78
P.F.P.R.		No	-	-	-	-
P.S.T.		Si	Lineal	4,23	0,36	-
P.S.P.A.		Si	Cuadrático	2,19	1,13	- 0,16
P.S.P.R.		No	-	-	-	-
N(%)	No	Si	Lineal	1,53	0,15	-
P(%) Muestreo1		No	-	-	-	-
P(%) Muestreo2		No	-	-	-	-
K (%)		Si	Lineal	0,66	0,04	-
B ppm	Si	No	-	-	-	-

P.F.T: Peso fresco total; P.F.P.A: Peso fresco parte aérea; P.F.P.R: Peso fresco parte radical; P.S.T: Peso seco total; P.S.P.A: Peso seco parte aérea; P.S.P.R: Peso seco parte radical.

6.1 Parámetros morfológicos

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado con *T. harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentaron mayor altura y diámetro de cuello, en comparación con el tratamiento testigo (T0). (ver cuadro 12 y 13)

Varios estudios demuestran que *T. harzianum* estimula el crecimiento de los cultivos al poseer metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas. Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias,

mejorando la nutrición y absorción de agua. (www.control-biologico.com/monog.trichoderma.htm); (Araujo, 1995, citado por Sánchez *et al.* www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf)

Al parecer, el agregado de *T. harzianum* acorta la etapa de vivero para plantines de *P. taeda*, llegando antes a los valores deseados para altura (30-35 cm) y diámetro de cuello (3-4 mm). (valores de diámetro y altura obtenidos en com. pers. Ing. Agr. J. P. Posse)

La disminución de la etapa de vivero generada con la inclusión de *T. harzianum* es muy importante ya que además de acortar el período de permanencia de las plantas, se ahorra mano de obra, agroquímicos, agua, etc., resultando en una mejor economía y mayores beneficios.

6.1.1 Altura

Se pudo observar que los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 24 % más altura que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). (Ver figura 23) Esto concuerda con los resultados obtenidos en trabajos realizados en: plantines de tomate (Kloepper, 1984 citado por Alexander, 1997. (www.bioplantas.cu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf); plantas de Crisantemos (Chang *et al.* 1986 citado por Cabrera y Yejera, 2002) y plantas de pepino y pimiento (Inbar *et al.* 1994)

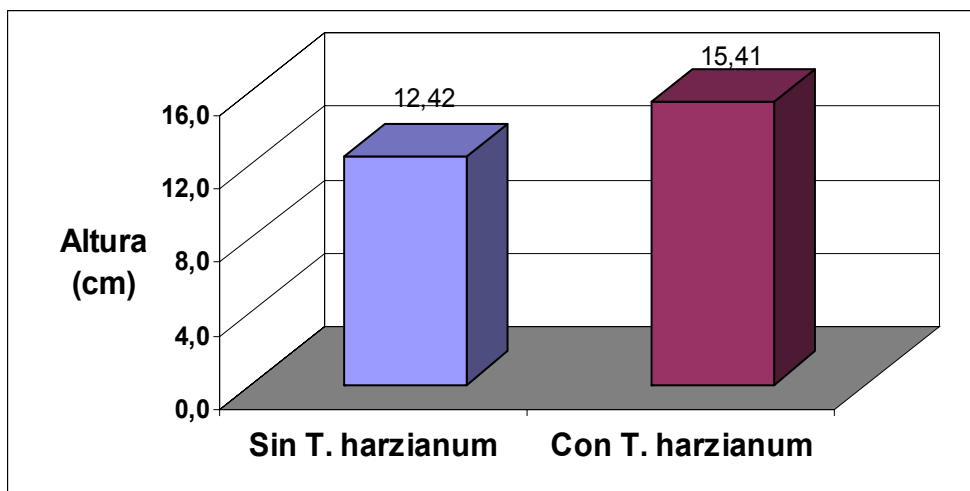


Figura 23. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro altura de plantín

Cabe mencionar que aunque se aplicó la mitad de la dosis empleada por Colovade (T2), en presencia de *T. harzianum*, se tiene con diferencia estadísticamente significativa 13 % más altura que los plantines sin inocular (T0). (ver cuadro 12). La dosis utilizada por la empresa podría ser disminuida a la mitad o mantenida, aumentando su aprovechamiento a través de la inclusión de *Trichoderma harzianum* que actúa como promotor de crecimiento con beneficio neto adicional en el citado parámetro.

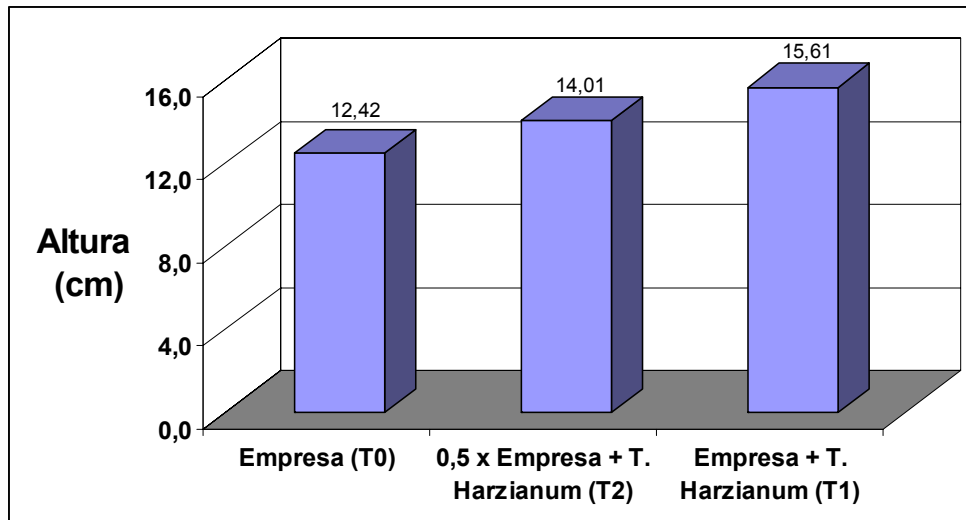


Figura 24. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro altura de plantín para los tratamientos 0, 1 y 2.

En los tratamientos con *T. harzianum* (excepto T3) se aprecia una tendencia, que a mayor dosis de fertilizante mayor altura, aunque estadísticamente sean iguales. (ver figura 9)

6.1.2 Diámetro de cuello

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan un 15% más diámetro que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). (Ver figura 25)

Estos resultados se corresponden a los obtenidos por Inbar *et al.* 1994 citado por Cabrera y Tejera, 2002, en plantas de pepino y pimiento.

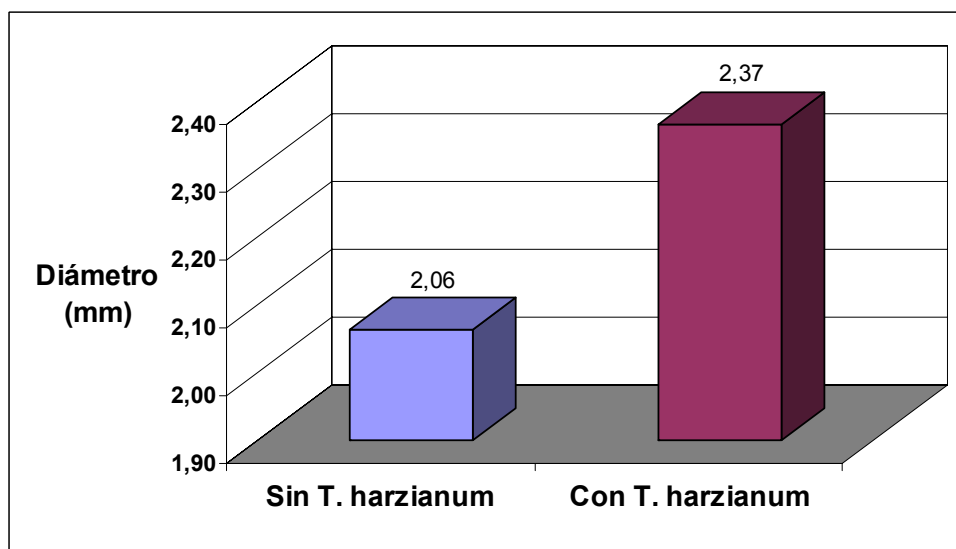


Figura 25. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro diámetro de plantín para los tratamientos 0, 1 y 2.

El agregado de *T. harzianum* promovió el aprovechamiento del fertilizante, siendo mayor el diámetro, cuando aumentaba la dosis de fertilizante. (Ver figura 26)

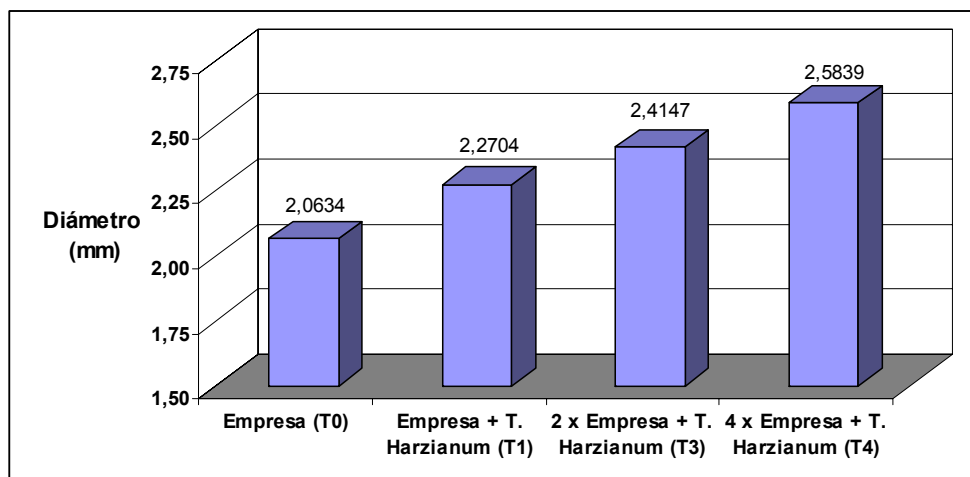


Figura 26. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro diámetro de plantín para los tratamientos 0, 1, 3 y 4.

Se ajustó un modelo estadístico lineal, donde por cada aumento de dosis de fertilizante Colonvade hay un incremento de 0,11 mm de diámetro de cuello (β_1).

Estos resultados sugieren que las dosis utilizadas se encuentran dentro del comienzo lineal de un posible modelo cuadrático con β_2 negativo .

6.2 Parámetros fisiológicos

6.2.1 Peso de Materia Fresca

Se evaluó el peso de la materia fresca y sus componentes aéreos y radiculares. Las tendencias observadas en planta total y parte aérea por separado son los mismos.

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 49 % más de Peso fresco total que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). La figura 27 ilustra al respecto.

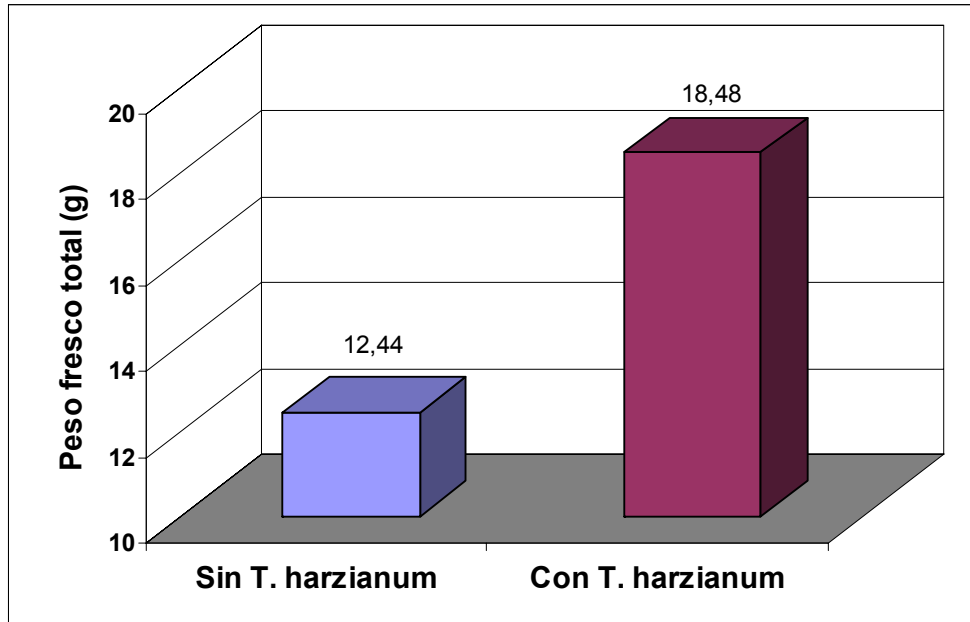


Figura 27. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso fresco planta entera.

Se pudo ver que aunque se aplicó la mitad de dosis de fertilizante Colovade (T2), en presencia de *T. harzianum* se logra un 20% más de Peso fresco total que los plantines sin inocular (T0), aunque estadísticamente sean iguales. (ver cuadro 14). Cuando se aplicó la dosis completa de nutrientes, el tratamiento con *T. Harzianum* fue significativamente superior. (Ver figura 28)

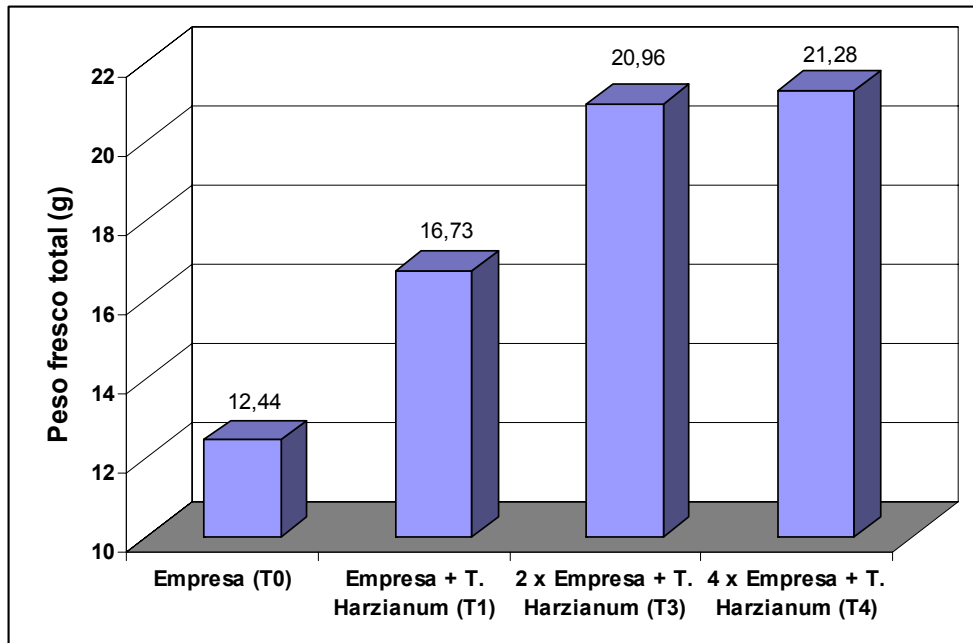


Figura 28. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso fresco planta entera para los tratamientos 0, 1, 3 y 4.

La incorporación de *Trichoderma harzianum* al sustrato significó un incremento del 30 % en el peso fresco total nutridos según el protocolo de la empresa.

Incrementado la dosis al doble, hay un incremento significativo de 25 % lo que indicaría que tanto *Trichoderma harzianum* como los plantines siguen respondiendo para luego estabilizar los valores del mencionado parámetro.

Luego de ajustar un modelo estadístico cuadrático, se obtuvo una dosis (3,14 fertilizaciones Colonvade) a la cual se obtiene el máximo Peso fresco total (22,10 g para 5 plantines) para el promedio de los dos muestreos.

6.2.1.1 Parte Aérea

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 53% más de Peso fresco

parte aérea que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). (Ver figura 29)

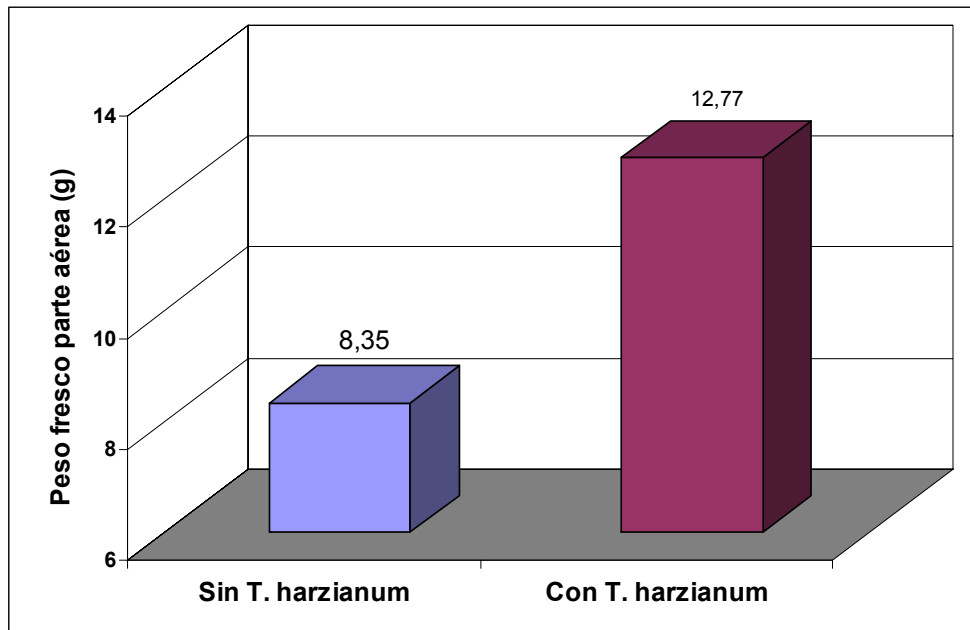


Figura 29. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso fresco parte aérea.

En la misma medida que el peso fresco total, el peso fresco de la parte aérea respondió a la inoculación en forma significativa.

La figura 30 muestra como el agregado de *T. harzianum* favorece la eficiencia de utilización del fertilizante tanto para el nivel de nutrientes utilizado por la empresa como para niveles superiores.

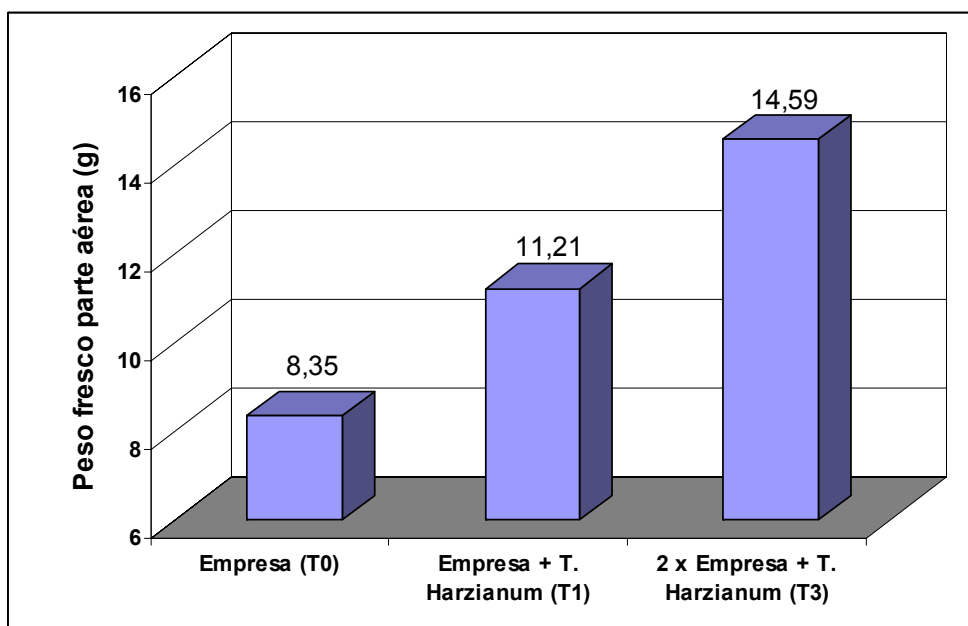


Figura 30. Peso fresco de la parte aérea de plantines de *P. Taeda* inoculados con *Trichoderma harzianum* a diferentes dosis de fertilizante.

Si bien no hay testigos correspondientes a dosis más altas, se puede inferir el efecto promotor del hongo en la nutrición.

Luego de ajustar un modelo estadístico cuadrático, se obtuvo una dosis (3.43 fertilizaciones Colovade) a la cual se obtiene el máximo Peso fresco parte aérea (16.07 g para 5 plantines) para el promedio de los dos muestreos.

6.2.1.2 Parte Radical

También la biomasa radical respondió a la inoculación, siendo 40 % superior al testigo sin inocular. (Ver figura 31), ligeramente inferior al incremento registrado en la parte aérea.

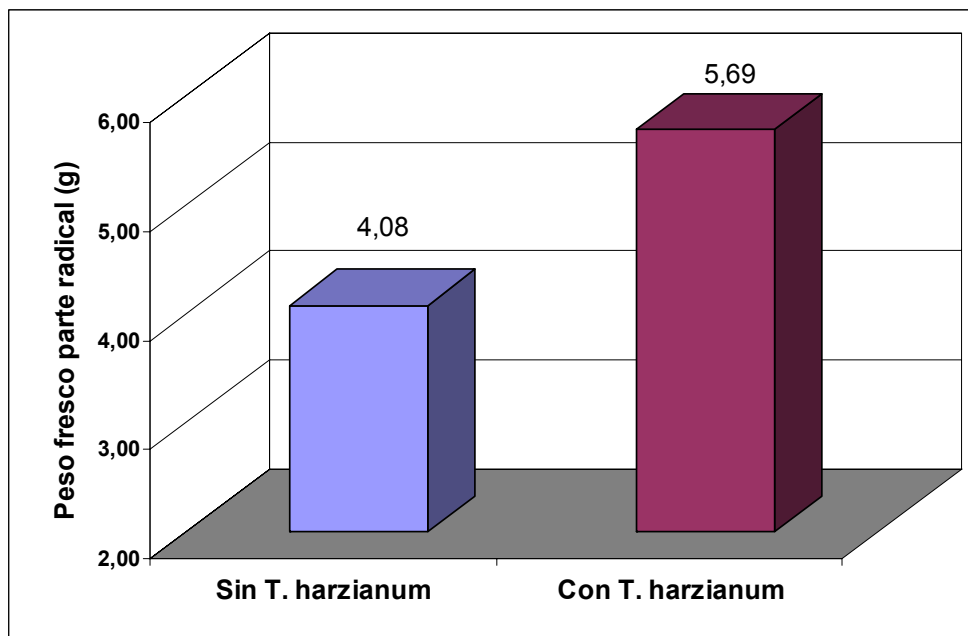


Figura 31. Peso fresco de la parte radical de plantines de *P. taeda* inoculados con *Trichoderma harzianum* a diferentes dosis de fertilizante.

Lo *et al.* 1997, refieren que *Trichoderma* incrementa la absorción de nutrientes a través del mejoramiento del desarrollo radicular o promoviendo la disponibilidad de los nutrientes necesarios. (<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>)

Para el caso de biomasa radical, la respuesta a la inoculación fue significativa aún con la mitad de dosis de fertilizante. (Figura 32)

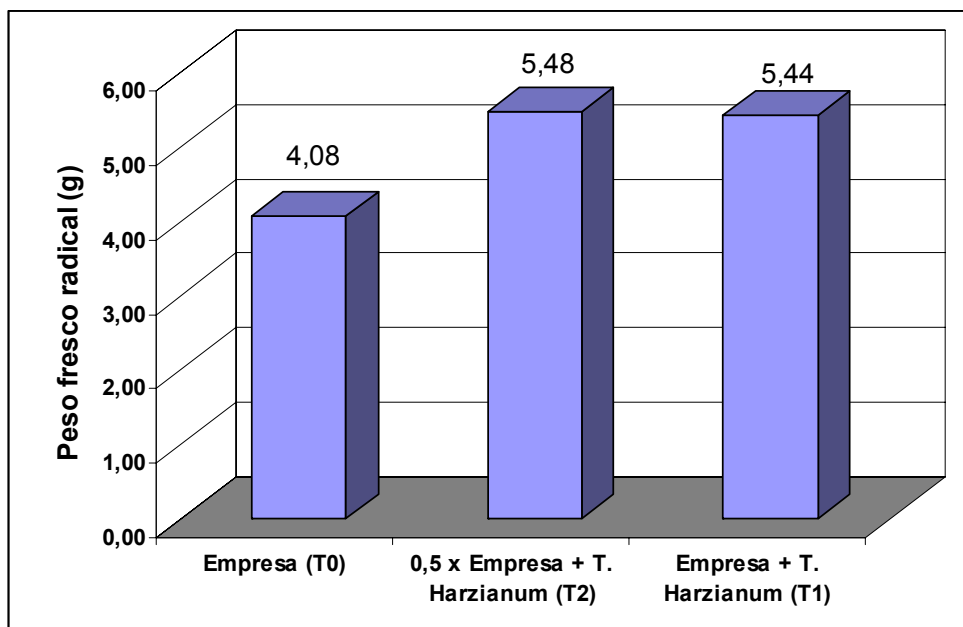


Figura 32. Peso fresco de la parte radical de plantines de *P. Taeda* inoculados con *Trichoderma harzianum* a diferentes dosis de fertilizante.

Si bien los efectos a la mitad de dosis utilizada por la empresa son muy interesantes, mirando al parámetro planta entera en su conjunto, sería recomendable considerar los beneficios de la inoculación al tratamiento de fertilización actual de la empresa (T0).

6.2.2 Peso de Materia Seca

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 38% más de Peso seco total que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). Esto concuerda con los estudios efectuados por Windham *et al.* 1986 citado por Cabrera y Tejera, 2002, en plantas de tomate y tabaco. Este valor fue algo inferior al citado para el peso de la materia fresca. No obstante, sería un parámetro más estable. (Figura 33)

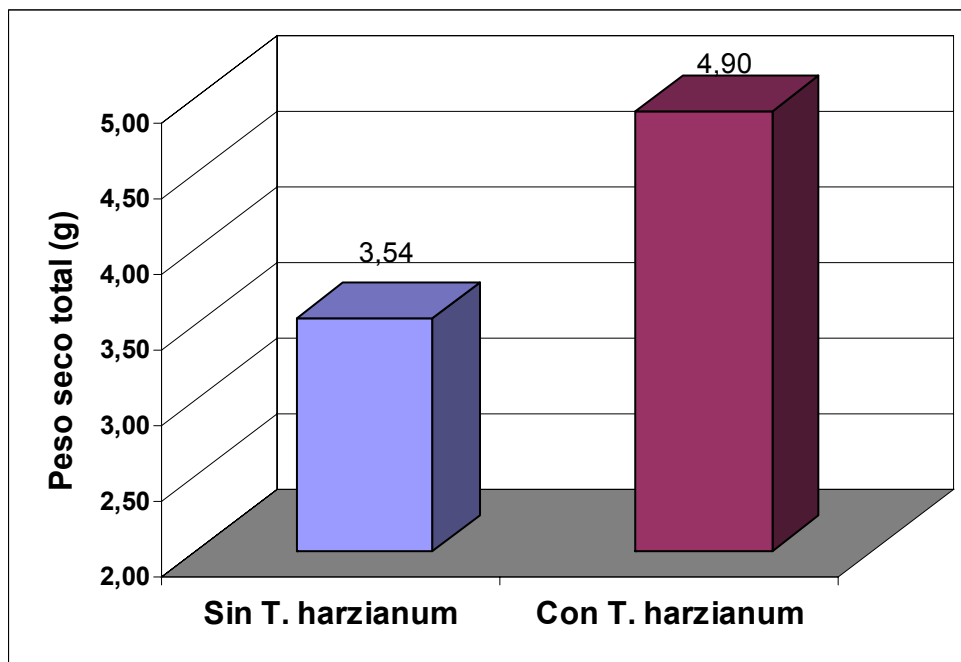


Figura 33. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso seco planta entera.

Cuando se consideran los tratamientos inoculados y fertilizados, se observa un incremento significativo del parámetro en estudio en respuesta a la fertilización hasta la duplicación de la dosis actual de la empresa. (Ver figura 34)

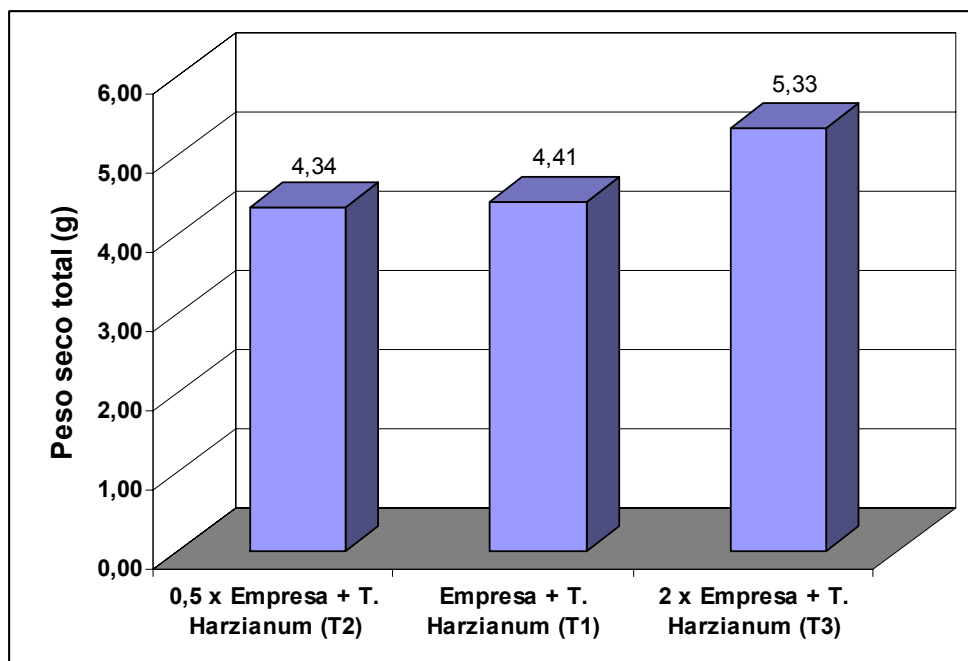


Figura 34. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso seco planta entera.

Posiblemente al fertilizar más se haya desbloqueado algún mecanismo de inmovilización provocado por el hongo.

A bajas dosis de fertilizante, se aprecia claramente el efecto promocional del hongo y el beneficio que recibiría la empresa en el caso de utilizar *Trichoderma*.

Alexander, 1997, en su estudio con *Trichoderma spp.* en el cultivo del café obtuvo estimulación en la variable materia seca total con incrementos significativos. (Sánchez et al. (www.bioplantascu/bioinformatica/Proceedings/INCA%20XIII/ponencias/simposios/simp01/resumen4c/BF-P.52.pdf))

Se ajustó un modelo estadístico lineal, donde por cada aumento de dosis de fertilizante Colonvade hay un incremento de 0,36 g de Materia seca total (β_1).

Estos resultados sugieren que las dosis utilizadas se encuentran en el comienzo lineal de un posible modelo cuadrático con β_2 negativo.

6.2.2.1 Parte Aérea

Se pudo observar que los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 45 % más Peso seco parte aérea que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). (Figura 35)

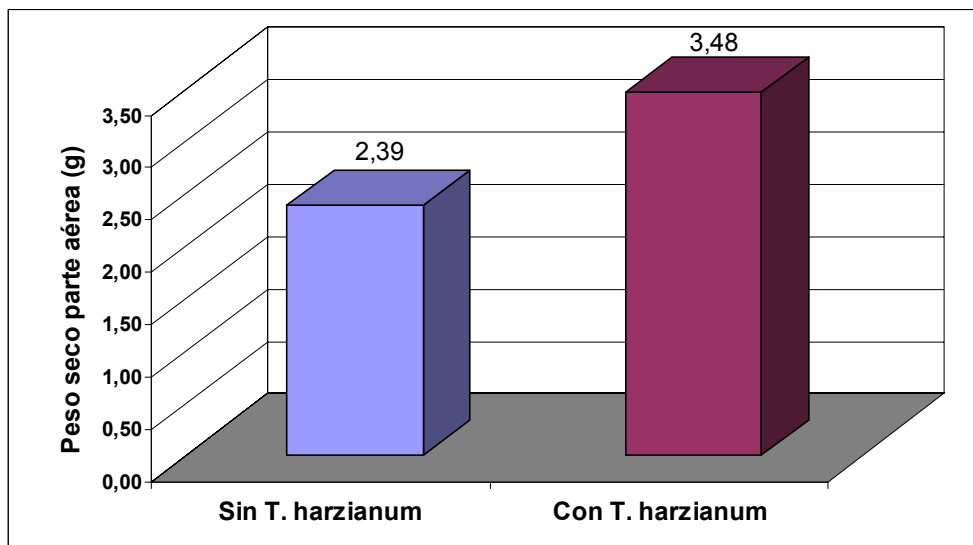


Figura 35. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso seco parte aérea.

La inclusión de *Trichoderma* significaría un incremento del 23 % en el peso de la materia seca aérea utilizando el protocolo de fertilización de la empresa. Esta diferencia es estadísticamente significativa y se visualiza en la figura 36.

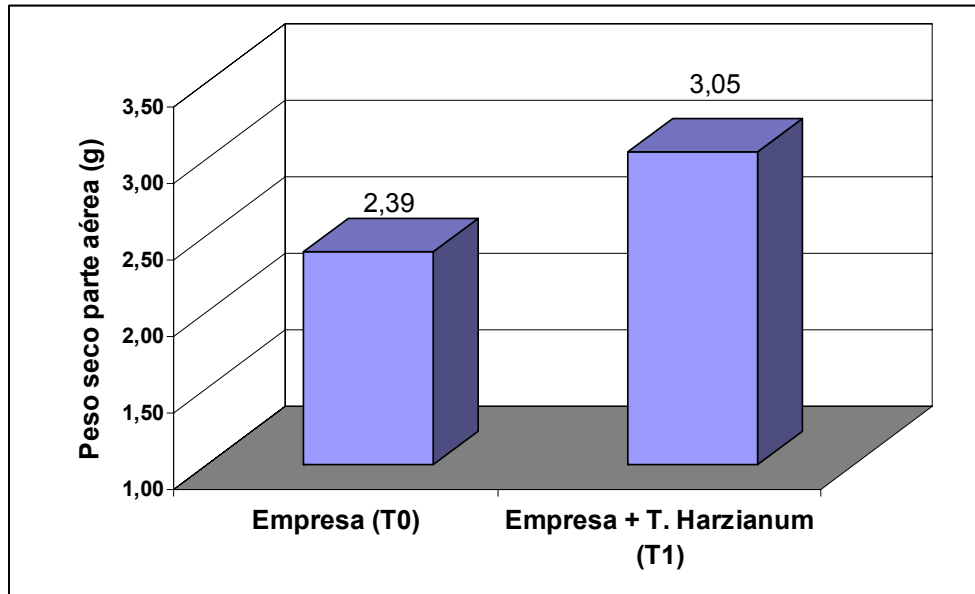


Figura 36. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso seco parte aérea en los tratamientos 0 y 1.

Luego de ajustar un modelo estadístico cuadrático, se obtuvo una dosis (3,53 fertilizaciones Colonvade) a la cual se obtiene el máximo Peso seco parte aérea (4,19 g para 5 plantines) para el promedio de los dos muestreos.

6.2.2.2 Parte Radical

Los plantines de *Pinus taeda* creciendo en sustrato colonizado por *Trichoderma harzianum* (T1-T2-T3-T4), presentan 23 % más Peso seco parte radical que los plantines creciendo en sustrato sin inocular (T0). Estos resultados se relacionan a los encontrados por Bjorkman *et al.* 1998 citado por Cabrera y Tejera. (Ver figura 37)

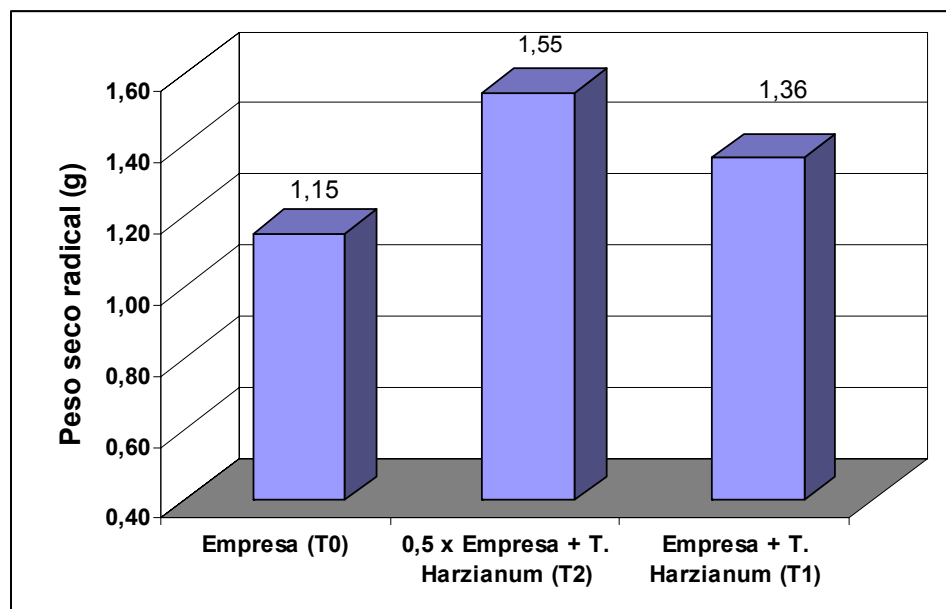


Figura 37. Respuesta a la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el parámetro Peso seco radical.

Se observó que el efecto promotor se da tanto en la parte aérea como en la raíz, por lo que se deduce que la promoción de *T. Harzianum* estaría relacionada con el estatus nutricional de la planta y la competencia nutricional a nivel de la rizófera, lo que daría ventaja con respecto a otros microorganismos.

Las respuestas a la inoculación encontrada para todos los parámetros morfológicos y fisiológicos revelan la interacción de *T. harzianum* con los nutrientes. Cárdenas (2003) en este mismo tipo de trabajo encontró inmovilización de nutrientes por parte del hongo *T. harzianum* en un sistema que no había sido fertilizado al nivel de requerimiento de los plantines.

En el presente trabajo, el equilibrio entre la nutrición del hongo y la absorción de los plantines parecería encontrarse en los niveles estipulados por la empresa. Dependiendo de cual es el criterio comercial, será posible disminuir esta dosis para abaratar costos, o aumentarla para acelerar el momento de terminación.

T. harzianum demostró ser una herramienta interesante para incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes y esta promoción de

crecimiento sería el modo de acción principal de este hongo en el sistema en estudio.

6.2.3 Nutrición de plantines

Un correcto balance de nutrientes es fundamental para la producción de plantines forestales, ya que aumenta la sobrevivencia de estos al ser llevados a plantación además de mejorar su crecimiento y sanidad en etapa de vivero.

Una adecuada nutrición se refleja en una mayor área fotosintética, lo que trae como consecuencia un aumento en los carbohidratos producidos, que serán almacenados bajo forma de almidón como menciona I.N.I.F.A.P., México, 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000.

Los análisis de nutrientes son utilizados para detectar él o los nutrientes necesarios en el sistema suelo-planta y a partir de estos datos realizar o no correcciones nutricionales. Se debe medir el estado nutricional de la planta para poder realizar correlaciones entre nutrición mineral y calidad de planta, éste debe monitorearse desde que la planta muestra síntomas visuales en el follaje o bien por un lento crecimiento en su etapa de producción, debe corregirse mediante la aplicación de fertilización y revisar mediante análisis foliares. (I.N.I.F.A.P., México, 1995, citado por Coppola *et al.*, 2000).

Con una adecuada fertilización (Boro, por ejemplo) las plantas adquieren ventajas en la resistencia a heladas y “secas”. Algunas enfermedades pueden ser controladas con la aplicación de Hierro como mencionan Pharis y Kramer, 1964 citado por Coppola *et al.*, 2000.

Para analizar la interacción de *Trichoderma harzianum* con los nutrientes evaluados se comparó el tratamiento 0 con el 1, ya que ambos recibieron las mismas dosis de fertilizante.

Se observó que para la concentración de macronutrientes analizados no se encontraron diferencias significativas para el promedio de los dos muestreos entre los mencionados tratamientos, lo cual coincide con lo mencionado por Cabrera y Tejera, 2002 e Inbar *et al* 1994.

Los contenidos de Nitrógeno foliar (1.5-2.0 %) para todos los tratamientos están por encima del rango óptimo (0.8-1.2 %) mencionado por Pritchett, 1979; citado por Cárdenas, 2003. Los contenidos observados de Nitrógeno en la

planta expresados en relación a su peso seco total oscila generalmente entre 1 y 5% como lo expresan Perdomo y Barbazan, 1999.

El contenido de Fósforo foliar tiende a aumentar del primer al segundo muestreo debido el agregado del mencionado macronutriente en concordancia con lo mencionado por Cabrera y Tejera, 2002.

Los valores de Fósforo del experimento (0.17-0.25 %) se encuentran por encima de los valores de referencia (0.085-0.09) citados por Pritchett, 1979; citado por Cárdenas, 2003; lo que genera beneficios importantes en el desarrollo de los plantines.

Al comparar los tratamientos con diferentes dosis de Fósforo, se aprecia que la concentración foliar es relativamente constante, lo cual hace inferir que la dosis recomendada sería la del tratamiento 2.

Los contenidos de Potasio foliar encontrados en el experimento (0,66-0,80%) son mayores a los valores manejados por Pritchett, 1979; citado por Cárdenas, 2003, que son del orden de 0.25-0.30%.

Para el micronutriente Boro se constataron diferencias significativas entre el Tratamiento 0 y 1, siendo la concentración del tratamiento 1 menor para el promedio de los dos muestreos. Esto sugiere un efecto inmovilizador por parte de *Trichoderma harzianum* aunque, cabe mencionar que los valores de concentración foliar (45-55 ppm) para todos los tratamientos son mayores que los rangos de referencia (4-8 ppm) mencionados por Pritchett, 1979; citado por Cárdenas, 2003. Por lo que no existirían problemas de deficiencia para este micronutriente y estos valores se encuentran dentro del rango mencionado (20-100 ppm) por la Guía Micronutrientes; curso de fertilidad de suelos y su manejo.

6.3 Colonización y sobrevivencia de *Trichoderma harzianum* en el sustrato

La cantidad de *T. harzianum* inicialmente introducida ($6,0 \times 10^5$ UFC/g de sustrato húmedo) tuvo una leve reducción luego de aproximadamente tres meses, aunque no muy importante ya que se mantuvo en promedio (2.15×10^5 UFC/g de sustrato húmedo). También se cuantificó la presencia de *Trichoderma* nativo en el sustrato sin inocular (Figura 38)

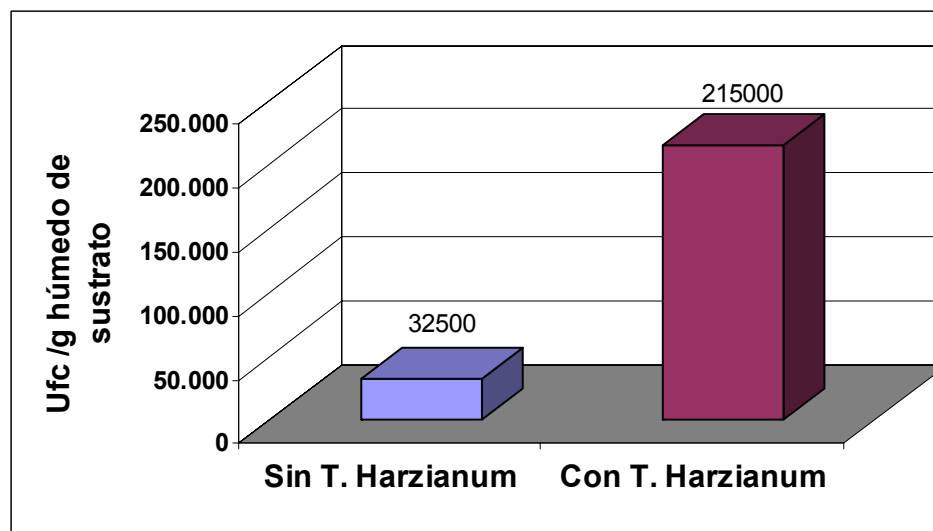


Figura 38. Conteo de colonias de *T. Harzianum* para el tratamiento testigo y el promedio de los tratamientos inoculados a tres meses de inoculado el sustrato.

La sobrevivencia de *T. harzianum* no fue afectada por la dosis de fertilizante, por lo que se podría presumir que no existieron problemas nutricionales para este agente de biocontrol. Estos resultados difieren de los obtenidos en la tesis de Cárdenas en donde se observaron problemas de sobrevivencia por deficiencias nutricionales (fertilización tardía). (Cárdenas, 2003)

En el segundo muestreo no se observaron diferencias importantes en UFC/g de sustrato húmedo para los diferentes tratamientos inoculados, por lo que se puede inferir que el agente de biocontrol no presentó respuesta para las diferentes dosis utilizadas. (ver cuadro 20 y figura 17)

El tratamiento testigo (T0), presentó dos tipos de colonias, algunas iguales a Trichosoil y otras diferentes que probablemente sean nativas del sustrato,

A pesar de no haber aplicado *T. harzianum* vía foliar se observó al cabo de los muestreos una sobrevivencia dentro del rango normal. (com. pers. Ing. Agr. A. Baraibar)

7. CONCLUSIONES

La finalidad de esta investigación fue evaluar la respuesta frente a diferentes regímenes de fertilización, junto con la inclusión del agente de biocontrol *Trichoderma harzianum* en el sustrato utilizado en la producción de plantines de *Pinus taeda*.

Para dicha evaluación se utilizaron los siguientes parámetros que definen la calidad de plantines: Altura, Diámetro de cuello, Peso fresco y seco total, parte aérea y parte radical.

Se evaluó la dinámica de *Trichoderma harzianum* a lo largo del ciclo de los plantines en etapa de vivero, a través del conteo de Unidades formadoras de colonias por gramo de sustrato húmedo.

Las principales conclusiones son:

- La inoculación del sustrato previo a la siembra con *Trichoderma harzianum* tuvo efecto promotor en el crecimiento, que se evidencia en todos los parámetros de calidad evaluados.
- Para todos los parámetros evaluados se observó que la dosis de fertilizante utilizada por la empresa conjuntamente con la inoculación de *T. Harzianum* genero mayor calidad de plantín que el tratamiento sin inocular.
- Hubo respuesta significativa para algún parámetro al doble de dosis utilizada por la empresa conjuntamente con la inoculación de *T.harzianum*.
- No se pudo evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrol, ya que no se observaron enfermedades en el ensayo.
- La sobrevivencia de *Trichoderma harzianum* en el sustrato se mantuvo en niveles aceptables a lo largo del ensayo.

8. RESUMEN

El control biológico de enfermedades es una herramienta que ha comenzado a tener difusión a nivel comercial en nuestro país, fundamentalmente en el sector horti-frutícola. Si bien la inclusión de agentes de biocontrol en la producción de plantines forestales no ha sido estudiada profundamente; los resultados obtenidos en el presente trabajo y experiencias similares a nivel nacional, son contundentes en lo que respecta a los beneficios que aporta.

El uso de productos biológicos como el Trichosoil ®, a base de *Trichoderma harzianum*, es reciente si se compara con el uso de agroquímicos en la producción agropecuaria. En varios informes se cita a *Trichoderma* sp. como un agente microbiano promotor del crecimiento para varias especies vegetales, además del control que ejerce sobre gran número de hongos patógenos del suelo.

El ensayo consistió en la incorporación de Trichosoil ®, al sustrato (no esterilizado) con diferentes dosis de fertilización por tratamiento, en la producción comercial de plantines de *Pinus taeda* L. Fue instalado en el vivero “Buena Unión” perteneciente a la empresa COLONVADE S.A. y se llevó a cabo en los meses de enero a mayo de 2004.

Se realizaron 5 tratamientos con diferentes dosis de fertilizante (NPK), aplicadas en tres etapas del ciclo de fertilización: arranque, cría y terminación. El tratamiento 0 (testigo) no fue inoculado y recibió la dosis estándar utilizada por el vivero. El sustrato de los restantes tratamientos (T1,T2,T3 y T4) fue inoculado con Trichosoil ® y recibieron las siguientes dosis de fertilizante: T1 misma dosis, T2 mitad de la dosis, T3 el doble de la dosis y T4 cuatro veces la dosis usada por el vivero COLONVADE.

Se evaluaron parámetros morfológicos: altura y diámetro; fisiológicos: peso fresco y seco de planta entera, parte aérea y parte radical, nutrición de los plantines; sanidad de los plantines y sobrevivencia de *Trichoderma* en el sustrato en todo el ciclo del almácigo.

Los resultados obtenidos muestran que la inclusión de Trichosoil ® tuvo efecto promotor en el crecimiento de los plantines. Dicho efecto se expresó en todos los parámetros analizados, por ejemplo, 24% de incremento en altura, 15% mayor en diámetro de cuello, 49% mayor en peso fresco y 38% mayor en peso de la materia seca respecto al tratamiento sin inocular; y se evidenció

fundamentalmente en la comparación de los tratamientos testigo (no inoculado) y tratamiento 1 (inoculado) que recibieron la misma dosis de nutrientes. En varios parámetros se observó una respuesta significativa a la fertilización, en algunos casos cuadrática y en otros lineal.

La sobrevivencia de *Trichoderma* en el sustrato se mantuvo, durante el ciclo del almácigo, en niveles aceptables ($\times 10^5$ UFC/gr de sustrato). Por lo que no fue necesario realizar aplicaciones foliares del agente de biocontrol.

No se detectaron enfermedades en el ensayo, por lo que no se aplicaron fitosanitarios químicos a los plantines.

A la luz de los resultados obtenidos en este trabajo y en otros similares, se hace evidente la obtención de beneficios que se manifiestan en incrementos en el crecimiento y calidad de plantas, sumado a la mejora ambiental por un menor uso de pesticidas químicos. Comercialmente esto significa un avance en calidad de producción, lo que fundamenta la necesidad de implantación de estos manejos por empresas productoras forestales de avanzada.

Palabras clave: *Pinus taeda*, biocontrol , plantines forestales, parámetros morfológicos, fisiológicos, altura, diámetro, peso fresco , peso seco, nutrición de plantines; sanidad de plantines, sobrevivencia, *Trichoderma harzianum*, fertilización.

9. SUMMARY

The biological control of diseases is a tool that has begun to have diffusion to commercial level in our country, fundamentally in the agricultural sector. Though the inclusion of agents of biocontrol in the production of plantines forest has not been studied deeply; the results obtained in the present work and similar experiences to national level, are forceful for the benefits that contributes.

The use of biological products as the Trichosoil ®, based on *Trichoderma harzianum*, is recent if is compared with the use of agrochemicals in the agricultural production. In various reports quotes to *Trichoderma* sp. as an microbial agent developer of the growth for several vegetable species, besides the control that exercises on great number of pathogenic mushrooms of the floor.

The trial consisted of the incorporation of Trichosoil ®, to substrate (done not sterilize) with different dose of fertilization by treatment, in the commercial production of plantines of *Pinus taeda* L. It was installed in the breeding ground "Good Union" belonging to the business COLONVADE S.A. and was carried out in the months from January to May of 2004.

5 treatment with different dose of fertilizer were carried out (NPK), applied in three phases of the cycle of fertilization: starter, young and termination. The treatment 0 (witness) was not inoculated and he received the standard dose utilized by the breeding ground. The substrate of the remaining treatment (T1,T2,T3 and T4) was inoculated with Trichosoil ® and they received the following dose of fertilizer: T1 same dose, T2 half of the dose, T3 the double one of the dose and T4 four times the dose used by the breeding ground COLONVADE S.A.

Morphological parameters were evaluated: height and diameter; physiological: dry and fresh weight of entire plant, air part and splits radical, nutrition of the plantines; health of the plantines and survival of *Trichoderma* in the substrate in all the cycle of planting.

The results obtained show that the inclusion of Trichosoil ® had development effect in the growth of the plantines. Said effect was expressed in all the parameters analyzed, for example, 24% of increment in height, 15% greater in diameter of neck, 49% greater in fresh weight and 38% greater in weight of the

matter dry respect al treatment without inoculating; and was shown fundamentally in the comparison of the processing witness (done not inoculate) and processing 1 (inoculated) that received the same dose of nutrients. In various parameters a significant answer to the fertilization was observed, in some quadratic cases and in other lineal.

The survival of *Trichoderma* in the substrate was maintained, during the cycle of the planting, in acceptable levels ($\times 10^5$ UFC/gr of substrate). For which it was not necessary to carry out applications of the agent of biocontrol.

Themselves not diseases in the trial were detected, for which did not they apply chemical treatment to the plantines.

In light of the results obtained in this work and in other similar, is done evident the obtaining of benefits that are declared in increments in the growth and quality of plants, added to the environmental improvement by a smaller use of chemical pesticides. Commercially this signifies an advance as production, what supports the need of establishment of these management by forest producing businesses of advanced.

Key words: *Pinus taeda*, biocontrol, plantines forest, *Trichoderma harzianum*, Morphological parameters, physiological parameters, height, diameter, fresh weight, dry weight, nutrition of plantines, health, survival, fertilizer .

10. BIBLIOGRAFÍA

ALVEZ FERREIRA, F. 1989. Patología forestal; Principias doenças Florestais no Brasil. Brasil, Viscosa – MG. 570 p.

Harman, G. E, Cornell University.

<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/trichoderma.ml>

AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. 2a.ed. México. Limusa. 830 p.

ALLAN, R. 1998. Report on pit size treatments and how these impact on tree growth and survival. Institute For Commercial Forestry Research. 4/98. 18 p.

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/avanpers/julio98/medio/sec_2.html.

BAKER, R. and COOK, R. 1974. Biological control of plant pathogens. San Francisco USA, W. H. Freeman, 433 p.

BONIFACINO, S. M. ; HIKICHI, L. K.B31 1991. Evaluación de la producción de un huerto semillero de Pinus taeda L. LI. Resultados preliminares a los siete años. Montevideo. Facultad de Agronomía., Uruguay.40 p.

BURMIDAD, E.; GRINWALD, R. 1988. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de un ensayo de orígenes de Pinus taeda L. En la Estación Experimental de Cerro Largo. . Montevideo Facultad de Agronomía. Uruguay. v.1. 219 p.

CABRERA, R.; TEJERA, R. 2002. Evaluación de diferentes dosis de fertilización en la producción de plantines de Eucalyptus grandis w. Hill ex maiden creciendo en sustrato colonizado por Trichoderma harzianum. Montevideo. Facultad de Agronomía. Uruguay. 156 p.

CAMARA, Ma. A.; MONTOYA, J. M. 1996. La planta y el vivero forestal. Barcelona, Mundi-Prensa. 127 p.

CARDENAS, D. 2003. Evaluación de calidad de plantines de Euc. globulus spp. globulus, Euc. grandis L. y Pino taeda L. con la incorporación de sustrato

con *Trichoderma harzianum*. Montevideo. Facultad de Agronomía. Uruguay. 198 p.

CAZZOLINO, D. 1997. Determinación de materia seca con horno de microondas. INIA.

CHET, I., and R. BAKER. 1980. Introduction of supressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopatology* 70: 994-998.

COPPOLA, F. M.; MENDOZA, G. N.; REGULES, H. P. 2000. Caracterización de plantines de *Eucalyptus* y *Pinus* desde el punto de vista de la calidad en el Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 105 p.

DANIELSON, R.M. and DAVEY, C. B. 1973. Carbon and nitrogen nutrition of *Trichoderma*. *Soil Biology & Biochemistry* 5(5): 505-515.

DANIELSON, R.M. and DAVEY, C. B. 1973. Non nutritional factors affecting the growth of *Trichoderma* in culture. *Soil Biology & Biochemistry* 5(5): 495-504.

DE ARAUJO, J. G. 1995. Produção e controles de qualidade de mudas forestais. Curitiba. Folha de Visçosa, Brasil. 451p.

DEL PINO, A. 1997. Nutrición catiónica. Montevideo. Facultad de Agronomía. 30 p.

HERNANDEZ, J. 1999. Fosforo. Montevideo. Facultad de Agronomía. 87 p.

<http://www.control-biológico.com/monog.trichoderma.htm>

<http://www.mgap.gub.uy/Sitios/SitiosdelMGAP.htm>

<http://www.entomology.wisc.edu>

IMAS, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas frutihortícolas. <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpfesf.html>.

IRISITY, F. 1999. El vivero forestal. Montevideo. Facultad de Agronomía. 26 p.

- JAMES, B.; BAKER; GORDON, O. Pinus taeda L. ____ <http://www.na.fs.fed.us.htm>.
- JAMES, R. L.; BEALL, K. 1999. An evaluation of the effects of dazomet on soil-borne diseases and conifer seedling production. USDA . Forest Service Luckey, Missoula, Montana. 15 p.
- LAMONDIA, J. A. ; DOUGLAS, S. M. 1997. Sensitivity of Botrytis cinerea from Connecticut greenhouses to Benzimidazole and Dicarboximide fungicides. Plants Disease 81: 729-732.
- Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. 1999 <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpfesf.html>.
- MORI ALVEZ, C. 2001. Evaluación agronómica de sustratos en la producción de plantines de tomate. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 133 p.
- PALOTTI, J. P.; VOLA, P.S. 1994. Caracterización de diferentes sustratos y envases utilizados en la producción de Eucaliptos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de agronomía. 118 p.
- PERDOMO, C.; BARBAZAN, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo. Facultad de Agronomía. 71 p.
- REYNA, R. G. 2000. Evaluación de métodos biológicos y químicos para el control de Botrytis cinerea en viveros de Eucalyptus globulus. Montevideo. Facultad de Agronomía., Uruguay. 70 p.
- ROMERO, G. 1995. Enfermedades en Eucalyptus en Uruguay. Montevideo. Facultad de Agronomía. 7p.
- ROMERO, G. 2004. Enfermedades Forestales en el Uruguay. Facultad de Agronomía. 47p.
- LILAR, S. 2004. Toxic mold.
<http://www.mold-help.org/pages/submenus/molds/trichodermaharzianum.htm>.
- U.S. Environment Protection Agency. 2001
http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_119200.htm.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Micronutrientes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 41p.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1999. Manual de prácticas de fertilidad de suelos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 70p.

11. ANEXOS

ANEXO 1

Primer muestreo - Parámetros fisiológicos (peso en gramos de 5 plantines)						
Tratamiento 0						
Bloque	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	9,95	6,49	3,37	2,62	1,78	0,84
B2	10,44	7,59	2,85	2,38	1,82	0,56
B3	9,25	6,15	3,1	2,18	1,54	0,64
B4	9,05	6,2	2,85			
Tratamiento 1						
Bloque	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	13,72	9,31	4,41	1,96	1,39	0,57
B2	16,81	11,02	5,79	4,16	2,67	1,49
B3	15,86	9,94	5,92	3,98	2,63	1,35
B4	16,3	10,72	5,58	3,77	2,58	1,19
Tratamiento 2						
Bloque	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	13,09	7,44	5,65	3,21	1,9	1,31
B2	9,46	6,04	3,42	2,56	1,68	0,88
B3	15,83	10,18	5,65	3,85	2,59	1,26
B4	12,84	8,75	4,09	3,15	2,21	0,94
Tratamiento 3						
Bloque	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular

B1	19,75	13,26	6,49	4,34	3,12	1,22
B2	16,66	10,42	6,24	3,51	2,39	1,12
B3	18,37	13,1	5,27	4,01	3,08	0,93
B4	19,1	12,81	6,29	4,45	3,21	1,24
Tratamiento 4						
Bloque	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	15,7	10,82	4,88	3,73	2,74	0,99
B2	17,96	13,08	4,88	3,97	2,96	1,01
B3	20,54	14,07	6,47	4,39	3,21	1,18
B4	20,39	14,57	5,82	4,6	3,47	1,13

Segundo muestreo - parámetros fisiológicos (peso 5 plantines)						
Bloque	Tratamiento 0					
	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	14,16	8,89	5,27	4,79	3,04	1,75
B2	15,09	10,12	4,97	4,04	2,76	1,28
B3	14,04	8,7	5,34	4,31	2,72	1,59
B4	17,52	12,64	4,88	5,6	3,74	1,86
Tratamiento 1						
	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	17,62	12,84	4,78	5,71	4,14	1,57
B2	18,76	12,67	6,09	5,36	3,6	1,76
B3	19,51	13,35	6,16	6,16	4,37	1,79
B4	15,22	10,47	4,75	4,17	2,98	1,19
Tratamiento 2						
	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	15,2	10,85	4,35	5,63	3,57	2,06
B2	18,05	10,43	7,62	5,83	3,5	2,33

B3	17,89	12,01	5,88	5,51	3,81	1,7
B4	17,3	10,12	7,18	5	3,11	1,89
Tratamiento 3						
	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	25,7	17,3	8,4	7,16	5	2,16
B2	23,02	17,23	5,79	6,43	4,84	1,59
B3	24,6	17,89	6,71	6,74	5,08	1,66
B4	20,47	14,69	5,78	6	4,41	1,59
Tratamiento 4						
	Peso Fresco Total	Peso Fresco Parte Aérea	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Total	Peso Seco Parte Aérea	Peso Seco Radicular
B1	20,29	14,99	5,3	6,17	4,6	1,57
B2	26,99	19,87	7,12	7,33	5,68	1,65
B3	24,45	20,17	4,28	7,29	5,46	1,83
B4	23,93	18,77	5,16	6,76	5,3	1,46

Muestreo de alturas de plantines (Primer muestreo)						Muestreo de alturas de plantines (Segundo muestreo)					
Bloque	T0	T1	T2	T3	T4	Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
1,0	9,4	11,4	10,4	12,9	9,9	1,0	10,7	16,5	18,2	19,3	18,5
1,0	8,1	12,2	8,9	14,8	9,4	1,0	11,5	21,2	19,0	17,1	18,9
1,0	7,8	11,5	11,1	14,4	8,9	1,0	12,2	19,3	20,6	14,6	19,9
1,0	9,1	12,1	9,0	14,5	10,3	1,0	12,7	19,6	16,0	18,1	20,0
1,0	7,0	12,5	11,0	12,9	10,1	1,0	11,3	23,1	17,1	17,1	18,1
1,0	8,1	10,8	11,4	13,9	10,5	1,0	15,4	17,0	17,2	18,3	22,5
1,0	9,6	14,4	12,1	12,1	9,6	1,0	15,1	17,5	16,5	18,5	15,5
1,0	9,5	13,9	13,1	10,7	9,4	1,0	11,6	29,0	15,5	17,6	15,0
1,0	8,6	13,3	12,9	12,8	9,9	1,0	14,0	18,5	15,3	14,9	15,5
1,0	11,1	13,0	12,5	14,1	8,9	1,0	14,8	18,6	15,0	17,6	16,5
1,0	9,5	14,3	11,3	12,8	9,0	1,0	16,0	20,5	19,2	17,5	12,1
1,0	8,8	12,4	10,5	12,9	10,9	1,0	14,8	17,9	15,0	18,3	17,0
1,0	8,9	12,6	9,5	10,9	11,9	1,0	13,9	16,0	13,0	16,5	19,0
1,0	9,0	13,4	8,1	14,9	7,4	1,0	12,5	17,2	13,6	15,1	17,0
1,0	10,1	8,1	10,6	13,1	11,9	1,0	13,9	19,5	14,5	17,2	18,0
1,0	9,5	12,5	11,5	16,1	10,1	1,0	10,7	17,3	17,9	19,3	20,5
1,0	7,3	12,3	14,3	14,8	12,1	1,0	10,0	20,2	18,3	17,9	17,0

1,0	8,0	11,9	13,8	13,4	10,4	1,0	14,8	23,0	18,5	19,9	17,5
1,0	7,5	15,0	11,5	12,4	11,1	1,0	12,3	18,5	13,1	21,1	16,4
1,0	11,0	11,4	10,9	11,1	11,4	1,0	13,5	18,6	18,6	19,5	17,1
1,0	11,5	13,0	10,4	11,1	9,4	1,0	11,1	18,0	18,5	25,5	17,2
1,0	10,0	10,5	9,9	12,5	10,7	1,0	13,2	18,5	19,6	19,0	14,0
1,0	8,7	9,1	11,5	13,1	10,4	1,0	13,8	22,1	18,5	23,9	19,8
1,0	9,6	12,5	9,4	11,9	12,4	1,0	11,6	19,2	21,0	20,9	18,1
1,0	8,8	7,8	9,5	14,0	12,9	1,0	9,9	14,9	17,9	19,1	18,5
1,0	9,1	13,8	9,6	14,4	11,9	1,0	9,8	21,5	19,0	20,7	18,5
1,0	8,1	13,7	11,1	12,9	12,8	1,0	11,6	20,1	15,6	18,5	18,2
1,0	11,3	10,1	10,4	13,4	12,4	1,0	11,5	18,5	16,5	19,9	14,5
1,0	9,1	11,9	11,4	16,0	10,5	1,0	9,8	17,6	17,0	17,0	15,5
1,0	10,2	11,1	11,5	13,5	12,1	1,0	8,8	14,5	18,5	18,1	18,5
1,0	10,2	8,7	11,4	14,4	10,9	1,0	10,1	16,0	14,3	20,1	15,9
1,0	9,6	10,8	12,1	13,4	10,4	1,0	9,5	13,5	13,0	20,2	17,6
1,0	11,0	9,7	13,5	12,3	10,4	1,0	8,3	15,0	12,5	17,9	18,6
1,0	11,8	8,5	10,0	12,9	11,0	1,0	11,5	13,0	13,5	21,0	13,2
1,0	10,1	11,9	9,5	13,4	11,4	1,0	14,0	19,6	16,3	19,1	15,2
1,0	10,1	11,0	13,4	11,5	11,9	1,0	11,3	22,0	15,0	20,1	16,1
1,0	9,1	13,1	10,9	14,8	12,7	1,0	10,4	14,5	16,5	17,0	15,6
1,0	9,9	14,0	9,1	13,3	13,9	1,0	11,6	17,1	19,2	24,5	15,1
1,0	11,3	14,5	11,9	12,8	11,5	1,0	15,3	18,4	17,3	21,2	15,5
1,0	10,5	9,0	12,4	10,1	12,9	1,0	9,9	15,0	16,5	20,0	13,5
1,0	11,9	11,8	12,3	11,9	11,0	1,0	10,2	17,2	19,2	20,1	14,1
1,0	10,1	13,0	12,5	11,1	12,8	1,0	13,2	14,1	21,0	17,6	14,0
1,0	9,4	11,9	12,8	11,8	11,3	1,0	14,2	19,5	16,2	18,5	11,0
1,0	10,8	12,0	9,9	11,4	11,1	1,0	12,1	16,0	15,5	19,9	16,0
1,0	9,1	9,7	10,1	12,1	12,8	1,0	11,0	24,1	15,9	16,9	14,1
1,0	9,9	12,1	9,8	10,2	12,1	1,0	12,9	17,2	17,3	20,8	16,0
1,0	10,8	13,0	11,0	9,9	11,4	1,0	11,9	19,1	17,5	22,5	12,0
1,0	11,5	11,4	11,4	11,4	11,9	1,0	11,7	18,5	20,5	17,0	16,6
1,0	10,1	13,5	13,1	10,9	13,9	1,0	8,6	14,1	19,5	21,6	13,0
1,0	11,3	13,8	14,5	12,1	12,4	1,0	0,0	19,5	15,5	15,0	10,5
1,0	11,2	11,9	11,3	12,4	12,9	1,0	0,0	18,5	16,9	21,9	13,0
1,0	10,0	12,5	11,1	12,9	13,0	1,0	0,0	18,5	12,6	19,5	11,9
1,0	9,8	11,3	13,9	11,8	10,5	1,0	0,0	20,1	13,3	20,5	14,0
1,0	9,1	15,1	11,4	10,4	11,8	1,0	0,0	19,2	12,0	22,2	12,9
1,0	9,7	11,4	14,5	9,9	12,9	1,0	0,0	17,6	12,5	22,3	13,0
1,0	9,6	12,4	9,4	10,5	12,4	1,0	0,0	21,0	15,0	21,0	14,0
1,0		11,9	10,1	9,8	13,9	1,0	0,0	19,0	16,9	17,9	13,2
1,0		11,8	10,1	10,7	14,9	1,0	0,0	15,9	15,5	20,8	10,9
1,0		12,2	11,1	9,8	13,9	1,0	0,0	21,5	14,9	19,9	0,0

1,0		14,5	13,0	9,4	13,4	1,0	0,0	21,3	16,1	17,3	0,0
1,0		13,1		11,4	12,9	1,0	0,0	22,0	21,8	21,5	0,0
1,0		11,0			13,0	1,0	0,0	22,6	22,5	21,0	0,0
1,0		12,5			13,4	1,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0
1,0		10,9			13,5	1,0	0,0	0,0	15,5	0,0	0,0
1,0					12,9	1,0	0,0	0,0	16,3	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	8,8	9,1	13,1	12,3	14,1	2,0	22,8	16,1	12,3	18,1	24,0
2,0	10,7	12,6	10,4	12,8	13,3	2,0	18,0	18,0	8,0	19,3	20,6
2,0	11,9	16,4	9,0	14,1	11,6	2,0	10,9	20,5	14,6	19,3	19,0
2,0	11,8	13,2	10,1	13,1	9,1	2,0	18,1	15,6	15,1	23,5	17,0
2,0	11,4	18,9	11,0	14,9	14,4	2,0	20,6	23,1	15,7	20,1	21,0
2,0	11,2	11,8	9,5	15,5	17,4	2,0	21,0	20,6	14,0	21,0	22,1
2,0	11,3	14,6	10,4	13,5	10,5	2,0	24,5	21,9	11,0	22,1	15,0
2,0	12,9	15,7	12,9	11,9	14,4	2,0	23,0	17,5	19,2	25,0	21,0
2,0	11,1	16,3	10,1	11,8	12,9	2,0	16,5	21,0	13,4	22,6	21,5
2,0	11,9	14,1	11,4	12,0	13,5	2,0	12,4	18,1	14,9	22,9	19,5
2,0	8,6	11,9	10,9	14,5	15,4	2,0	21,2	13,1	16,5	21,9	15,9
2,0	10,5	15,4	10,5	6,9	14,0	2,0	16,6	17,6	12,9	19,1	16,0
2,0	8,0	13,8	12,4	14,8	12,0	2,0	18,7	19,6	9,3	20,3	21,5
2,0	9,0	13,9	12,1	13,1	14,5	2,0	20,5	17,0	13,9	21,9	22,0
2,0	10,6	16,1	10,4	13,2	12,8	2,0	19,6	15,5	11,5	18,4	26,1
2,0	12,1	15,4	9,9	14,3	13,8	2,0	17,5	15,9	12,2	21,2	20,1
2,0	10,5	13,4	10,4	11,6	12,4	2,0	22,5	19,5	16,2	18,3	21,0
2,0	14,4	13,3	11,3	12,3	16,0	2,0	25,2	17,0	14,6	16,5	24,1
2,0	11,0	15,0	9,0	12,8	14,4	2,0	21,1	22,5	12,5	20,5	20,5
2,0	10,4	13,1	9,0	12,3	14,4	2,0	20,2	17,5	17,5	19,2	21,5
2,0	12,0	12,8	11,9	12,9	12,9	2,0	19,1	19,0	16,3	20,9	20,0
2,0	9,7	14,5	12,5	10,4	10,8	2,0	17,9	18,5	15,7	20,1	23,6
2,0	9,6	14,8	10,9	9,8	12,9	2,0	20,6	10,2	14,5	19,9	24,0
2,0	9,7	11,2	10,3	13,1	13,1	2,0	18,5	20,9	9,8	20,1	25,9
2,0	10,8	13,5	12,9	14,3	13,4	2,0	19,0	16,6	11,4	21,5	23,5
2,0	12,5	13,8	11,0	13,1	13,4	2,0	19,3	17,0	13,7	21,3	23,4
2,0	9,4	14,1	10,4	11,4	15,3	2,0	17,9	17,9	15,5	22,8	21,0
2,0	7,7	13,5	11,4	13,5	15,1	2,0	18,0	20,1	14,6	23,3	18,0
2,0	11,2	12,8	12,1	12,1	13,9	2,0	24,1	19,6	13,6	18,3	20,2

2,0	12,8	12,6	10,4	13,6	13,9	2,0	16,6	20,2	17,5	24,9	22,5
2,0	12,3	10,9	11,0	13,3	16,9	2,0	17,0	18,7	11,6	20,1	20,1
2,0	12,5	11,8	9,0	13,4	14,4	2,0	19,3	19,9	15,5	20,3	22,6
2,0	11,3	15,2	8,0	14,0	13,5	2,0	18,9	16,8	14,5	22,5	20,1
2,0	10,6	13,8	12,5	13,0	13,5	2,0	16,1	22,5	14,9	18,9	23,0
2,0	9,9	13,1	10,1	12,8	13,3	2,0	8,5	19,5	15,1	23,1	25,5
2,0	13,3	15,0	9,9	13,2	12,9	2,0	17,5	13,1	14,0	19,6	20,0
2,0	12,4	15,6	10,5	13,9	13,4	2,0	18,4	21,2	8,2	18,8	19,9
2,0	10,4	16,1	10,5	14,7	14,4	2,0	19,9	19,5	18,0	21,1	20,9
2,0	11,9	13,1	10,8	10,7	16,4	2,0	20,3	20,5	14,2	20,5	25,9
2,0	10,6	13,3	7,9	16,1	14,4	2,0	17,1	18,0	13,7	21,0	22,1
2,0	12,8	12,6	10,5	13,5	13,9	2,0	19,5	20,0	15,1	18,0	23,0
2,0	12,7	11,1	10,1	14,0	14,0	2,0	15,5	18,4	16,7	21,5	18,0
2,0	14,2	14,4	11,9	13,6	18,4	2,0	14,9	19,5	13,2	19,5	19,8
2,0	11,4	14,3	12,1	12,1	13,9	2,0	20,6	18,5	12,5	20,8	21,5
2,0	9,1	10,9	10,9	14,1	16,9	2,0	24,5	15,4	14,9	19,0	19,6
2,0	9,8	12,3	10,1	14,0	14,0	2,0	17,0	18,3	14,6	20,0	23,1
2,0	10,3	13,4	6,8	10,3	12,9	2,0	17,8	17,8	15,1	22,9	23,5
2,0	10,1	13,9	9,9	14,0	13,5	2,0	14,6	21,3	17,2	20,5	23,2
2,0	8,9	13,5	8,5	15,0	13,9	2,0	20,1	21,3	15,2	19,3	20,2
2,0	12,1	13,9	11,4	12,4	11,9	2,0	20,9	19,8	17,0	19,8	22,2
2,0	14,6	14,0	8,4	10,2	12,4	2,0	20,5	18,0	14,3	19,5	25,1
2,0	12,8	14,3	7,8	11,3	13,9	2,0	20,0	17,6	12,1	18,9	18,2
2,0	13,2	13,7	11,4	12,6	12,9	2,0	18,0	16,9	13,5	21,6	16,9
2,0	10,5	13,6	10,8	11,7	13,8	2,0	18,5	0,0	13,6	18,2	20,1
2,0	6,6	13,1	8,8	13,1	15,1	2,0	19,9	0,0	12,0	21,5	26,0
2,0	9,8	17,4	9,9	14,7	16,4	2,0	17,1	0,0	14,5	20,6	24,5
2,0	9,1	12,1	14,0	11,7	14,4	2,0	22,5	0,0	19,5	21,6	21,1
2,0	11,5	13,8	8,0	12,7	14,5	2,0	0,0	0,0	13,5	14,0	19,5
2,0	11,9	13,7	8,4	14,1	5,9	2,0	0,0	0,0	14,6	19,0	25,2
2,0	12,5	13,3	8,9	13,9	11,9	2,0	0,0	0,0	13,4	20,0	19,1
2,0	12,0	13,8	10,8	15,2	12,8	2,0	0,0	0,0	0,0	20,9	19,9
2,0	10,3	12,8	7,7	12,7	16,9	2,0	0,0	0,0	0,0	22,8	0,0
2,0	10,9	14,9	9,8	13,5	13,4	2,0	0,0	0,0	0,0	25,3	0,0
2,0		15,9	10,4	13,3	13,9	2,0	0,0	0,0	0,0	22,6	0,0
2,0		15,6	5,7	14,5	14,4	2,0	0,0	0,0	0,0	23,9	0,0
2,0		14,7	8,5	12,4	16,3	2,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0
2,0		12,3		11,3	13,4	2,0	0,0	0,0	0,0	19,2	0,0
2,0		14,8			12,9	2,0	0,0	0,0	0,0	22,6	0,0
2,0					12,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0					14,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0						2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2,0						2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	7,4	13,8	12,4	11,7	16,0	3,0	15,4	18,1	18,6	16,3	19,6
3,0	6,9	8,8	9,3	9,1	16,5	3,0	16,4	18,0	13,5	15,9	20,7
3,0	7,5	13,1	9,6	12,5	16,0	3,0	18,5	21,0	14,6	16,4	24,1
3,0	6,3	8,6	13,1	10,9	11,5	3,0	13,0	14,6	18,6	15,3	21,6
3,0	8,1	14,3	11,5	8,6	13,0	3,0	15,6	17,5	16,6	16,4	19,0
3,0	7,2	14,4	10,9	8,9	9,5	3,0	13,9	16,5	15,5	17,5	21,0
3,0	6,4	12,2	11,0	9,5	14,5	3,0	14,6	10,5	14,5	17,1	23,6
3,0	7,4	11,5	14,3	7,7	13,5	3,0	13,0	16,0	18,9	17,9	23,9
3,0	8,4	9,1	12,9	8,1	10,0	3,0	18,5	16,5	17,0	15,6	20,2
3,0	7,6	12,5	10,4	7,4	13,0	3,0	13,5	21,5	15,9	15,7	25,5
3,0	8,5	5,6	12,1	8,3	11,0	3,0	12,5	18,0	16,9	18,4	23,5
3,0	9,7	16,3	11,5	10,1	12,5	3,0	14,0	15,1	16,5	14,3	22,5
3,0	9,9	11,3	13,1	13,1	16,5	3,0	15,5	17,5	19,2	18,8	26,0
3,0	7,8	11,1	12,9	11,1	13,5	3,0	14,5	16,4	15,0	14,2	22,5
3,0	7,9	8,6	14,1	10,2	14,5	3,0	15,5	17,2	19,5	20,8	21,5
3,0	8,8	9,1	11,1	8,6	15,0	3,0	11,5	17,5	17,0	16,9	21,0
3,0	11,3	12,2	10,5	10,2	11,5	3,0	14,4	16,6	19,9	17,9	24,5
3,0	10,1	12,3	12,4	9,4	10,5	3,0	14,7	17,2	17,5	15,6	22,0
3,0	8,8	14,8	12,8	9,7	14,0	3,0	13,0	16,0	19,0	17,4	23,0
3,0	7,9	13,1	12,0	9,3	13,5	3,0	14,1	15,5	21,0	14,4	23,9
3,0	8,9	12,5	13,0	11,5	13,0	3,0	15,4	13,0	19,9	21,8	22,9
3,0	9,4	13,6	14,1	9,7	14,0	3,0	11,9	11,5	21,8	16,4	21,6
3,0	9,9	13,3	12,5	10,2	12,0	3,0	16,0	14,6	18,8	17,9	21,5
3,0	8,8	11,9	15,9	11,3	11,0	3,0	13,5	17,5	19,2	14,2	19,0
3,0	8,0	11,8	12,4	11,4	16,5	3,0	13,0	18,0	17,0	18,8	22,2
3,0	9,4	13,7	12,4	9,7	15,5	3,0	14,0	17,9	14,6	14,3	12,5
3,0	8,0	10,2	12,0	11,8	14,0	3,0	13,9	14,5	19,8	15,7	23,0
3,0	8,7	12,6	10,4	12,5	13,0	3,0	16,1	16,0	18,5	14,7	21,0
3,0	8,9	12,2	12,4	10,5	12,5	3,0	16,9	16,2	19,0	13,9	23,1
3,0	4,4	13,2	12,9	10,6	12,5	3,0	15,5	20,0	19,5	14,9	21,2
3,0	8,2	12,8	14,0	12,2	15,0	3,0	14,5	16,9	15,6	17,6	21,5
3,0	8,0	13,1	11,8	11,5	14,5	3,0	11,2	15,1	15,1	16,2	21,9
3,0	8,4	12,8	14,5	11,8	15,0	3,0	9,5	21,1	15,7	14,9	24,0
3,0	11,3	12,8	13,9	10,1	13,5	3,0	11,0	17,0	19,0	20,8	23,2
3,0	9,5	10,6	13,4	12,8	12,0	3,0	11,7	15,5	20,9	14,3	20,0
3,0	9,6	11,8	11,4	9,8	14,0	3,0	14,7	15,0	20,1	14,9	21,1
3,0	8,5	11,6	11,5	11,1	15,0	3,0	8,2	14,9	19,5	14,4	18,5
3,0	7,4	11,8	10,9	7,9	15,5	3,0	13,1	14,6	18,0	14,3	20,1
3,0	9,8	11,5	12,3	9,0	14,5	3,0	12,0	15,5	17,9	13,9	25,0
3,0	9,7	11,1	12,9	10,5	13,0	3,0	11,0	19,5	19,6	17,9	23,0
3,0	8,9	11,5	13,4	16,3	13,5	3,0	11,6	19,0	22,9	14,8	23,2

3,0	9,6	13,9	11,5	11,0	11,0	3,0	12,0	19,0	16,2	14,6	21,2
3,0	8,8	13,5	12,1	9,2	13,0	3,0	14,1	16,0	17,5	14,8	22,3
3,0	8,8	10,3	13,5	11,1	15,0	3,0	11,0	19,6	16,0	14,0	21,1
3,0	8,4	14,6	10,4	11,0	14,0	3,0	11,1	17,0	21,5	12,7	25,1
3,0	10,0	10,8	12,1	10,8	12,5	3,0	9,9	16,0	10,1	12,0	20,0
3,0	10,8	12,8	10,4	12,8	12,5	3,0	13,6	17,5	17,0	15,2	25,2
3,0	9,8	10,8	13,8	8,3	13,0	3,0	12,1	14,2	20,8	14,6	20,9
3,0	9,6	11,8	9,7	11,6	15,5	3,0	8,9	12,0	17,5	12,8	22,5
3,0	8,7	13,6	10,4	11,8	15,0	3,0	10,5	15,5	18,0	11,0	19,5
3,0	8,6	9,8	11,9	12,8	12,5	3,0	8,9	0,0	18,6	10,6	20,1
3,0	7,8	13,2	13,8	9,9	10,5	3,0	10,6	0,0	19,0	11,6	21,1
3,0	9,7	11,5	11,8	10,9	13,5	3,0	9,5	0,0	14,0	12,9	19,9
3,0	10,5	13,3	10,5	4,9	15,0	3,0	10,4	0,0	16,9	11,1	20,6
3,0	9,8	15,0	11,5	11,5	14,0	3,0	10,6	0,0	15,5	11,4	18,5
3,0	13,0	13,1	10,7	12,1	15,5	3,0	0,0	0,0	16,5	15,0	20,2
3,0	11,1	10,0	9,5	11,6	15,0	3,0	0,0	0,0	0,0	12,8	20,0
3,0	8,1	15,3	14,9	11,0	12,5	3,0	0,0	0,0	0,0	12,2	18,0
3,0	9,0	8,3	13,8	11,6	11,5	3,0	0,0	0,0	0,0	12,6	22,0
3,0	9,5	9,8	13,5	12,6	13,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2
3,0	9,8	11,4	13,9	11,7	14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5
3,0	8,5	13,4	14,1	10,5	13,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2
3,0	12,2	9,3		10,3	14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5
3,0	10,0	12,8		11,1	14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6
3,0	10,5	11,9			11,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,9
3,0		12,8			13,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2
3,0		12,1			13,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0
3,0		11,9			14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2
3,0					15,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5
3,0					12,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5
3,0					12,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5
3,0						3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	11,4	15,8	12,4	13,5	13,0	4,0	15,0	21,3	15,5	17,6	18,6
4,0	13,3	15,9	13,9	15,5	12,5	4,0	18,5	20,0	16,0	14,2	19,8
4,0	11,5	13,4	16,1	16,0	16,5	4,0	19,0	18,2	18,1	18,0	22,2
4,0	12,4	12,4	11,9	14,0	15,0	4,0	17,5	20,3	20,9	17,2	25,6
4,0	14,3	16,9	13,8	15,0	15,5	4,0	21,0	23,0	19,8	19,9	23,4
4,0	11,5	16,3	16,5	16,5	15,0	4,0	18,5	22,5	14,1	20,0	28,6
4,0	12,0	11,1	15,9	16,0	14,0	4,0	20,4	22,1	17,7	19,2	26,4
4,0	12,8	13,0	15,4	14,0	12,5	4,0	18,6	18,9	21,7	22,5	23,5
4,0	13,0	15,2	16,3	14,0	16,0	4,0	19,6	22,9	23,0	25,0	25,4
4,0	11,1	12,5	12,9	14,5	15,5	4,0	16,1	25,3	20,6	22,2	20,9
4,0	11,8	12,0	12,4	11,0	15,5	4,0	19,3	20,5	20,0	19,2	19,2

4,0	9,0	15,9	11,8	17,5	16,0	4,0	16,5	12,6	13,9	21,6	27,6
4,0	6,0	14,4	11,9	18,0	12,5	4,0	20,5	24,0	24,8	23,0	26,3
4,0	12,4	13,9	14,4	15,0	16,5	4,0	21,0	24,1	19,8	28,0	29,6
4,0	14,4	12,9	11,1	15,0	16,0	4,0	17,0	23,0	27,5	20,0	24,5
4,0	11,5	15,3	12,4	14,0	16,5	4,0	21,5	20,3	20,5	21,9	23,6
4,0	8,9	13,3	14,1	14,0	16,0	4,0	17,5	19,1	21,0	23,6	22,4
4,0	12,1	14,4	15,0	16,5	15,0	4,0	17,3	23,2	22,0	19,5	22,4
4,0	13,4	16,1	11,9	15,0	14,5	4,0	15,5	24,9	21,9	22,0	22,9
4,0	10,3	13,6	13,5	14,5	18,5	4,0	19,2	19,5	18,5	21,5	17,8
4,0	14,4	14,3	11,9	16,0	18,0	4,0	17,9	19,9	19,0	19,9	18,8
4,0	13,0	13,1	12,4	15,5	13,0	4,0	11,9	20,2	15,0	22,1	25,8
4,0	11,9	14,8	10,5	10,0	15,4	4,0	13,0	19,0	13,5	15,1	26,6
4,0	10,3	16,4	11,8	12,5	15,0	4,0	20,1	23,3	19,1	0,0	23,9
4,0	15,3	14,6	15,9	14,0	14,5	4,0	19,4	16,2	17,0	21,2	24,2
4,0	12,5	15,9	9,5	13,0	16,5	4,0	21,2	21,5	18,0	14,1	28,4
4,0	16,0	14,4	14,6	14,0	15,5	4,0	17,0	25,1	19,6	21,1	28,9
4,0	12,1	14,3	15,1	14,5	17,0	4,0	18,5	25,9	21,3	21,5	24,2
4,0	12,5	14,6	13,9	12,0	13,5	4,0	16,2	26,9	19,1	18,9	22,6
4,0	11,1	16,4	11,9	14,5	15,0	4,0	21,5	23,8	21,2	18,1	27,6
4,0	14,4	12,9	14,8	17,0	17,0	4,0	21,0	24,8	20,9	25,5	28,0
4,0	14,0	10,0	15,4	11,5	14,0	4,0	14,2	19,9	19,8	20,0	22,4
4,0	10,8	10,1	12,6	10,5	17,5	4,0	13,0	17,0	22,5	24,0	15,4
4,0	11,3	15,3	14,1	13,0	15,0	4,0	18,2	19,9	16,0	18,1	23,6
4,0	8,1	15,1	11,2	18,0	16,5	4,0	18,0	18,5	10,5	15,1	25,2
4,0	11,3	16,4	7,9	13,0	16,0	4,0	18,0	21,3	15,9	14,0	24,6
4,0	11,4	16,6	11,9	14,0	17,5	4,0	17,6	19,2	24,1	21,1	23,0
4,0	12,1	15,1	9,5	16,5	16,0	4,0	14,9	24,0	13,9	20,2	24,6
4,0	12,8	12,8	13,1	15,0	14,5	4,0	10,9	25,1	23,7	21,1	21,4
4,0	13,5	10,9	14,3	11,0	15,0	4,0	16,1	26,0	23,9	23,5	27,3
4,0	5,8	15,9	13,8	17,0	17,0	4,0	13,0	26,2	20,8	19,1	29,4
4,0	11,7	13,4	13,4	13,0	18,9	4,0	16,6	25,2	19,3	18,5	24,5
4,0	9,1	8,9	15,4	14,5	16,0	4,0	9,5	26,1	23,3	22,0	25,8
4,0	7,5	15,4	13,1	15,5	13,0	4,0	14,2	21,9	22,1	18,5	24,8
4,0	9,3	14,5	14,9	9,0	15,5	4,0	14,0	25,0	20,9	19,5	22,2
4,0	7,3	15,1	10,1	5,0	17,5	4,0	16,6	24,5	20,5	16,5	27,2
4,0	12,0	12,0	8,4	13,5	14,5	4,0	18,0	23,9	14,8	13,5	28,4
4,0	11,3	12,9	12,3	17,5	18,0	4,0	15,5	22,1	13,9	12,5	22,7
4,0	11,9	13,8	16,5	16,0	16,0	4,0	18,6	21,9	15,2	14,5	27,9
4,0	13,0	14,5	11,3	14,0	15,0	4,0	16,9	25,0	17,9	17,1	20,8
4,0	13,4	12,9	16,8	14,0	15,0	4,0	15,0	20,1	19,1	17,1	24,3
4,0	11,9	12,6	13,1	14,5	15,5	4,0	15,5	21,9	18,2	19,2	23,3
4,0	10,8	12,4	12,9	13,5	16,5	4,0	20,1	24,5	19,5	19,9	24,2

4,0	12,4	14,5	15,4	14,5	18,0	4,0	15,1	24,0	20,1	21,2	22,8
4,0	14,5	16,9	13,1	13,5	16,0	4,0	18,4	16,1	21,0	19,5	14,0
4,0	10,1	13,4	12,9	11,0	16,0	4,0	18,1	18,2	18,5	21,5	20,8
4,0	9,5	11,8	11,8	11,0	17,5	4,0	13,1	22,3	17,9	23,2	19,7
4,0	9,6	12,9	11,3	11,0	13,5	4,0	15,5	24,0	19,8	19,1	27,6
4,0	6,9	14,4	10,4	15,5	17,5	4,0	11,5	21,9	22,1	21,6	22,9
4,0	10,4	13,8	15,1	11,5	18,0	4,0	13,5	19,0	16,1	16,5	27,8
4,0	7,4	12,4	10,4	9,5	16,0	4,0	11,9	21,2	16,8	19,1	22,9
4,0	12,3	14,4	11,9	10,0	15,0	4,0	0,0	29,4	20,9	25,7	27,6
4,0	12,8	11,9	15,0	13,0	15,0	4,0	0,0	26,5	21,3	17,2	24,4
4,0	10,5	14,3	14,1	11,0	12,0	4,0	0,0	18,5	16,8	20,2	22,6
4,0			13,2	9,5	16,5	4,0	0,0	20,3	24,2	17,8	24,9
4,0			12,1	8,5	11,5	4,0	0,0	19,9	24,9	17,2	21,2
4,0			9,5	9,0	8,5	4,0	0,0	0,0	19,8	14,5	27,4
4,0			14,8	10,5	14,0	4,0	0,0	0,0	22,2	0,0	24,7
4,0			11,9			4,0	0,0	0,0	17,1	0,0	23,9
4,0			14,0			4,0	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0
4,0			8,6			4,0	0,0	0,0	14,9	0,0	0,0
4,0			12,4			4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Media	10,2	12,9	11,7	12,4	13,6	Media	15,4	19,1	17,1	18,8	20,9
STD	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	STD	3,8	3,4	3,2	3,2	4,0
C.V. %	19,0	15,3	16,9	17,9	16,1	C.V. %	24,7	17,6	19,0	17,0	19,0

Muestreo de diámetros de plantines (Primer muestreo)						Muestreo de diámetros de plantines (Segundo muestreo)					
Bloque	T0	T1	T2	T3	T4	Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	1,0	2,5	3,0	2,8	3,0	2,8
1,0	1,0	2,0	2,0	2,3	1,8	1,0	2,5	3,0	2,8	3,8	2,8
1,0	1,5	1,3	2,0	2,3	1,8	1,0	2,3	2,8	3,0	3,0	3,0
1,0	1,5	1,3	1,5	2,3	1,5	1,0	2,3	2,5	2,8	3,0	2,5
1,0	1,3	1,8	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5
1,0	1,8	1,3	1,8	2,0	2,0	1,0	2,3	2,0	2,8	3,0	3,0
1,0	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0	1,0	2,3	3,0	3,0	3,0	2,5
1,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	1,0	1,8	3,5	2,8	2,8	2,8
1,0	1,8	1,8	1,8	2,0	1,5	1,0	1,8	2,8	3,0	3,0	3,0
1,0	1,8	1,5	1,5	2,5	1,5	1,0	2,3	3,0	3,0	4,0	2,5
1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,0	2,3	2,8	3,0	3,0	3,0
1,0	1,5	1,5	1,3	2,0	1,8	1,0	2,3	2,5	3,0	2,8	2,8
1,0	1,8	1,5	1,5	2,0	1,0	1,0	2,5	2,0	3,0	3,3	3,0
1,0	1,8	1,3	1,5	2,0	1,0	1,0	2,5	2,5	3,0	3,3	3,0
1,0	1,3	1,0	1,3	2,0	1,5	1,0	1,8	3,0	2,8	3,5	2,0

1,0	1,5	1,5	1,3	2,3	1,5	1,0	2,0	2,8	3,0	3,3	3,0
1,0	1,0	1,8	1,3	2,0	1,5	1,0	2,3	2,8	3,0	3,0	3,0
1,0	0,8	2,0	1,3	2,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0
1,0	1,5	1,3	1,5	2,3	2,0	1,0	2,0	2,5	2,8	3,0	2,0
1,0	2,0	1,3	1,8	1,5	2,0	1,0	2,3	2,5	2,8	3,3	2,5
1,0	1,8	1,3	1,0	2,0	2,0	1,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,8
1,0	1,5	1,5	1,5	2,3	1,8	1,0	3,0	2,0	3,0	3,0	2,8
1,0	1,5	1,3	1,5	2,0	1,8	1,0	2,8	2,0	2,8	3,0	3,0
1,0	1,5	1,3	1,3	2,3	1,5	1,0	2,0	2,5	2,8	3,0	3,3
1,0	1,5	1,0	1,5	1,5	1,8	1,0	3,0	1,8	2,5	3,0	3,0
1,0	1,3	1,8	1,5	2,0	1,5	1,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0
1,0	1,8	1,8	1,8	2,0	1,5	1,0	2,5	2,8	2,5	3,8	2,8
1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,5	1,0	2,3	1,8	2,5	3,0	3,0
1,0	1,5	1,3	1,5	2,0	1,5	1,0	2,3	2,8	2,5	3,0	3,3
1,0	2,0	1,3	1,8	1,8	1,5	1,0	2,0	2,8	3,0	3,3	3,0
1,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,5	1,0	2,0	2,0	2,5	3,5	3,0
1,0	1,8	2,0	1,5	2,3	2,0	1,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,0
1,0	1,8	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0	3,0	2,0	3,0	3,8	3,0
1,0	1,8	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,5	3,0	2,8	2,3	3,3
1,0	2,0	2,0	1,8	2,0	1,8	1,0	1,0	3,0	3,0	2,8	3,0
1,0	1,0	1,8	1,5	2,0	2,0	1,0	2,8	3,0	2,8	3,0	3,0
1,0	1,8	1,5	1,3	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,3
1,0	1,5	1,8	2,0	2,3	1,5	1,0	3,0	3,0	3,3	3,0	3,0
1,0	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	1,0	2,5	2,8	2,8	3,0	3,0
1,0	1,8	1,0	2,0	1,5	1,8	1,0	3,5	2,8	3,0	3,0	2,8
1,0	1,5	1,0	2,0	2,0	1,8	1,0	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	1,0	3,0	2,0	2,5	1,3	3,5
1,0	2,0	2,0	1,5	2,3	2,0	1,0	2,0	3,0	2,8	3,0	3,0
1,0	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0	1,0	2,0	2,8	2,8	3,3	2,8
1,0	1,8	1,5	1,5	2,3	2,0	1,0	2,3	3,0	2,0	3,0	3,0
1,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,3	1,0	2,0	2,3	2,8	3,0	3,0
1,0	1,8	1,0	1,5	1,5	2,3	1,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,0
1,0	2,0	1,5	1,8	2,0	2,3	1,0	3,0	3,0	2,5	2,3	3,0
1,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,0	3,0	3,0	2,5	3,3	2,8
1,0	1,8	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0		3,0	2,5	3,0	3,0
1,0	2,3	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0		3,0	3,5	3,0	3,0
1,0	2,0	1,8	1,5	2,0	2,0	1,0		1,8	3,0	3,0	3,3
1,0	2,0	1,5	2,0	1,8	2,0	1,0		2,0	3,0	3,0	3,8
1,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0		3,0	2,5	3,0	3,0
1,0	1,5	2,0	2,0	1,8	2,3	1,0		2,3	3,0	3,0	3,3
1,0	2,0	1,8	2,0	1,3	2,3	1,0		3,0	3,0	3,0	3,0
1,0		1,8	1,8	1,3	2,0	1,0		2,8	3,0	2,0	3,0

1,0		2,0	2,0	1,8	2,0	1,0		3,0	2,8	3,0	3,0
1,0		2,0	2,0	1,3	2,0	1,0		3,0	3,0	2,8	
1,0		2,0	1,8	1,3	1,8	1,0		3,0	2,8	3,0	
1,0		1,8		1,3	2,0	1,0		3,0	2,5	2,8	
1,0		1,3			2,0	1,0		3,0	3,0	2,8	
1,0		2,0			2,0	1,0		3,0	3,0		
1,0		1,3			2,0	1,0			3,0		
1,0					2,0	1,0			3,0		
1,0						1,0					
1,0						1,0					
1,0						1,0					
1,0						1,0					
1,0						1,0					
1,0						1,0					
1,0						1,0					
2,0	1,5	1,3	2,0	1,8	2,5	2,0	1,5	3,3	3,0	2,8	3,0
2,0	1,8	2,3	1,8	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,3	3,3	3,0
2,0	1,8	2,0	1,5	1,8	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,3
2,0	2,0	2,3	1,5	2,0	1,0	2,0	2,5	2,8	2,3	3,0	3,8
2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,8	2,8	3,5
2,0	1,8	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,0	3,0	3,0
2,0	2,3	2,0	2,0	2,3	2,0	2,0	2,8	3,3	2,8	3,0	3,3
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,0	1,5	3,0	2,5	3,0	4,0
2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,8	3,3	3,5
2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	3,3	2,5	2,5	3,3	3,3
2,0	1,3	2,0	1,8	2,3	2,3	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5
2,0	1,8	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	3,0	3,3	2,5	3,0	4,0
2,0	1,8	2,0	1,3	1,5	1,5	2,0	3,3	3,5	3,0	2,8	3,3
2,0	1,5	2,3	2,0	2,0	1,5	2,0	1,5	2,5	2,8	2,8	3,0
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	3,3	3,3	2,0	3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	1,3	1,5	2,0	2,0	3,5	3,0	2,8	2,8	3,0
2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,5	2,0	2,3	2,8	3,0	3,0	2,8
2,0	2,0	1,8	1,3	2,0	2,0	2,0	1,8	3,0	2,0	2,8	3,5
2,0	1,5	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,3	3,0	3,0
2,0	1,8	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	3,3	3,0	3,0	1,3	3,5
2,0	1,5	1,8	1,5	2,0	1,5	2,0	3,0	3,0	2,8	2,3	3,5
2,0	1,5	1,8	1,5	2,0	1,8	2,0	2,5	3,0	2,5	2,8	3,0
2,0	1,3	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	4,0	2,0	3,0	3,5
2,0	1,8	2,3	1,5	1,5	2,0	2,0	4,0	3,0	2,8	3,0	3,0
2,0	1,8	2,3	1,5	1,5	1,5	2,0	2,3	3,0	2,8	2,8	3,0
2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	1,8	2,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,0

2,0	1,8	2,3	2,0	2,0	1,8	2,0	3,0	3,0	2,3	2,8	3,5
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,3	3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	3,0	3,3	1,5	2,3	3,8
2,0	1,8	2,0	1,3	2,0	2,3	2,0	3,0	1,5	2,8	3,0	3,3
2,0	2,3	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0	2,8	3,0	2,3	3,3	3,0
2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,8	3,0	2,5	3,0	2,8
2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,3	3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,3	2,8	2,3	3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,8	3,0	2,0	3,0	2,8
2,0	2,0	1,8	2,0	1,8	1,5	2,0	3,0	3,0	1,5	3,0	3,0
2,0	1,8	1,5	1,8	1,8	1,8	2,0	3,0	2,5	2,0	2,3	3,0
2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0
2,0	2,0	1,8	0,5	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0	2,3	3,3	3,5
2,0	2,3	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0	1,8	3,0	2,5	3,0	3,5
2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	1,8	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	3,3
2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,8	2,5	2,5	2,3	2,8
2,0	1,8	2,0	1,5	2,3	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5	3,0	2,0
2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,8	1,5	3,0	3,5
2,0	1,3	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,8	2,3	2,0	3,0	2,8
2,0	1,8	2,0	0,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0
2,0	1,8	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,8	2,5	2,0	2,3	3,8
2,0	1,3	2,0	2,0	2,3	2,3	2,0	4,0	3,0	2,8	2,8	3,0
2,0	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	3,0	3,0	2,5	2,0	3,0
2,0	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,0	2,5	2,8
2,0	2,0	1,8	1,0	1,5	1,3	2,0	3,0	2,5	2,0	2,8	3,8
2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,5	3,0	1,0	3,0	3,0
2,0	2,0	1,5	1,8	1,8	2,0	2,0	3,0		3,0	1,5	3,0
2,0	1,0	1,8	1,5	1,8	2,0	2,0	1,8		2,8	2,3	1,8
2,0	1,8	1,8	2,0	1,0	2,0	2,0	3,0		2,8	3,0	3,0
2,0	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5		2,8	2,8	3,0
2,0	1,5	2,0	1,5	2,3	2,3	2,0			2,3	2,3	2,8
2,0	1,8	2,0	2,0	1,8	1,8	2,0			2,3	3,0	3,0
2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0			2,5	3,3	3,0
2,0	2,0	2,0	1,0	2,3	2,3	2,0				3,0	3,0
2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,3	2,0				3,0	
2,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,8	2,0				3,0	
2,0		2,0	2,0	2,3	2,5	2,0				3,5	
2,0		1,8	0,5	2,3	2,5	2,0				3,3	
2,0		1,5	2,0	2,3	2,3	2,0				2,3	
2,0		1,5			2,5	2,0				3,3	
2,0					2,3	2,0				3,0	
2,0					2,0	2,0					

2,0					2,0	2,0					
2,0						2,0					
2,0						2,0					
3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,8	2,8	3,0	2,5	2,0
3,0	1,5	1,5	2,0	1,5	2,5	3,0	2,3	2,8	3,0	2,0	3,0
3,0	1,0	2,5	2,0	1,8	2,5	3,0	2,8	3,0	3,0	2,3	3,0
3,0	1,0	1,0	1,8	1,5	2,0	3,0	2,3	3,0	2,3	2,3	3,0
3,0	1,3	2,3	2,0	1,5	2,3	3,0	2,8	2,8	3,0	2,5	3,0
3,0	1,0	1,8	2,0	1,8	1,5	3,0	2,5	2,8	2,5	2,5	3,0
3,0	0,5	1,5	2,0	1,5	2,3	3,0	2,3	2,3	2,5	2,8	3,0
3,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,5	3,0	2,3	2,5	3,0	3,0	3,0
3,0	1,5	2,0	2,0	1,8	2,5	3,0	2,8	2,8	2,3	2,5	3,3
3,0	1,0	1,8	1,8	1,5	2,5	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0	3,0
3,0	1,5	1,0	2,0	1,5	1,5	3,0	2,0	2,8	2,5	2,5	2,8
3,0	1,0	1,8	1,5	1,8	2,3	3,0	2,0	3,5	2,5	2,3	3,5
3,0	1,3	1,8	1,5	1,8	2,0	3,0	2,8	3,0	3,0	2,3	3,3
3,0	1,3	1,8	1,8	2,0	2,5	3,0	2,8	2,8	2,8	2,5	3,3
3,0	1,5	0,5	1,8	1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0
3,0	1,0	1,3	2,0	1,3	2,0	3,0	2,0	2,5	3,0	2,3	3,0
3,0	1,5	1,3	1,3	1,3	2,0	3,0	2,3	2,0	2,8	2,5	3,0
3,0	1,3	2,0	2,0	1,5	2,0	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,8
3,0	1,0	1,5	2,0	1,8	2,8	3,0	2,0	2,5	3,0	2,3	3,0
3,0	1,5	1,8	2,0	1,5	2,3	3,0	2,3	2,5	3,3	3,0	3,0
3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,0	2,0	2,8	3,0	3,0
3,0	1,3	1,5	2,0	1,5	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
3,0	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	3,0
3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,5	3,0	3,0	3,3	2,0
3,0	1,0	1,8	2,0	1,8	2,8	3,0	2,5	3,3	3,0	2,5	3,3
3,0	1,0	2,0	1,8	2,0	2,3	3,0	2,8	2,5	3,0	2,5	3,0
3,0	1,3	2,0	2,0	1,5	2,0	3,0	2,5	3,0	3,5	2,5	2,3
3,0	1,3	2,0	1,8	1,8	2,0	3,0	2,8	2,8	3,0	3,0	2,5
3,0	1,5	1,8	1,8	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,3	3,0	3,0
3,0	0,5	1,5	1,8	1,8	2,0	3,0	2,5	3,0	3,3	2,8	3,0
3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,3	3,0	2,0	3,0	3,3	3,0	3,0
3,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,3	3,0	2,0	3,0	3,0	2,8	3,0
3,0	1,3	2,0	2,0	1,5	2,5	3,0	2,3	3,0	3,0	3,0	3,0
3,0	1,8	2,0	2,0	1,5	2,3	3,0	2,3	3,3	3,0	3,0	3,0
3,0	2,0	2,0	1,8	1,3	2,0	3,0	1,5	3,0	2,8	2,0	3,0
3,0	1,8	2,0	2,0	1,3	2,0	3,0	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3
3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
3,0	1,0	1,8	2,0	1,5	2,8	3,0	2,3	2,5	3,0	2,3	3,0
3,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,3	3,0	2,3	2,8	3,0	3,0	3,0

3,0	2,0	1,0	2,0	1,8	2,3	3,0	2,0	2,8	3,0	2,3	3,3
3,0	1,5	2,0	2,0	2,3	2,0	3,0	2,3	2,5	2,3	2,3	3,0
3,0	1,3	2,0	1,8	2,0	1,8	3,0	2,3	2,8	3,0	2,8	3,0
3,0	1,8	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,8	3,0
3,0	1,8	2,0	1,5	2,3	2,0	3,0	2,3	2,5	3,0	2,5	3,3
3,0	0,5	2,0	1,8	1,5	2,8	3,0	2,3	3,0	3,0	2,5	3,0
3,0	1,3	1,0	1,3	2,0	2,3	3,0	2,5	3,0	3,0	2,0	3,3
3,0	1,8	2,0	2,0	1,5	2,3	3,0	2,0	2,5	2,8	2,3	3,0
3,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	4,0
3,0	1,3	2,0	1,3	2,0	3,0	3,0	1,8	3,0	3,0	2,3	3,0
3,0	1,3	1,8	1,8	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	3,0	3,5	3,0
3,0	1,0	1,8	1,8	2,0	2,3	3,0	2,0		2,3	3,0	3,0
3,0	1,3	1,8	1,5	2,0	2,0	3,0	2,3		3,0	3,0	3,0
3,0	2,0	1,5	1,5	2,0	2,3	3,0	2,3		3,0	3,0	3,0
3,0	1,8	1,8	1,5	2,0	2,3	3,0	2,3		3,0	3,0	3,8
3,0	1,8	2,0	1,5	2,0	2,3	3,0	2,0		2,5	3,3	3,5
3,0	1,8	1,8	1,5	2,0	2,5	3,0	2,8		3,0	3,0	3,0
3,0	2,0	1,8	1,0	2,0	1,8	3,0				3,0	3,3
3,0	1,0	1,8	2,0	2,0	2,3	3,0				2,8	3,0
3,0	2,0	1,5	1,8	1,0	2,0	3,0					3,5
3,0	2,0	2,3	2,0	1,8	2,5	3,0					3,5
3,0	1,5	1,5	1,8	2,0	2,8	3,0					3,3
3,0	1,8	1,8	1,8	2,0	2,3	3,0					3,3
3,0	1,0	2,3		1,8	2,3	3,0					3,3
3,0	1,0	1,8		1,8	2,0	3,0					3,0
3,0	1,3	1,3			2,3	3,0					3,8
3,0		1,8			2,5	3,0					3,3
3,0		2,0			2,3	3,0					3,5
3,0		1,8			2,0	3,0					3,5
3,0					2,3	3,0					3,0
3,0					2,5	3,0					3,0
3,0						3,0					3,5
3,0						3,0					
4,0	2,0	2,3	1,8	2,8	3,0	4,0	2,8	3,8	2,8	3,0	3,3
4,0	1,8	2,0	2,0	2,8	2,5	4,0	2,8	3,3	3,0	3,0	3,5
4,0	1,8	1,8	2,0	2,8	2,8	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,5
4,0	1,3	2,0	1,8	2,5	2,8	4,0	2,0	3,0	2,8	3,0	3,3
4,0	1,8	1,8	1,8	2,8	2,5	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
4,0	1,8	1,8	2,0	2,8	2,3	4,0	1,5	3,0	2,8	2,8	3,5
4,0	1,8	1,8	2,0	2,5	2,5	4,0	2,8	3,0	3,0	3,0	2,8
4,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,8
4,0	1,8	1,3	2,0	2,3	2,0	4,0	2,0	2,8	3,0	2,8	2,8

4,0	1,3	2,0	1,8	2,3	2,3	4,0	2,3	3,0	2,8	3,0	2,5
4,0	1,8	2,0	2,0	2,3	2,3	4,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5
4,0	1,8	1,0	1,8	2,5	2,3	4,0	2,8	3,0	2,8	3,0	3,5
4,0	0,5	2,0	2,0	2,0	1,8	4,0	3,0	2,8	2,5	3,0	3,3
4,0	1,5	1,3	2,0	3,0	3,0	4,0	2,8	3,0	2,8	2,5	3,0
4,0	1,5	1,3	1,3	3,0	2,3	4,0	2,5	3,0	2,3	3,0	4,0
4,0	1,5	1,3	1,3	2,8	2,3	4,0	3,0	3,0	2,5	3,0	2,5
4,0	1,0	1,5	1,8	2,5	2,8	4,0	3,0	2,8	2,5	3,0	3,5
4,0	2,0	1,3	2,0	2,0	2,5	4,0	3,0	2,8	3,0	2,8	2,8
4,0	2,0	1,8	2,0	2,8	2,3	4,0	2,8	2,0	3,0	2,8	3,0
4,0	1,0	2,0	1,5	2,3	2,3	4,0	2,8	3,0	3,0	3,0	3,5
4,0	2,0	1,8	1,8	2,5	2,3	4,0	2,5	3,3	2,5	2,5	3,3
4,0	1,3	1,8	1,8	2,5	2,5	4,0	3,0	3,0	2,5	2,8	3,3
4,0	1,8	2,0	1,5	1,8	2,0	4,0	3,0	2,0	2,8	3,0	3,0
4,0	1,5	1,0	1,8	2,0	2,5	4,0	3,0	3,0	3,0	1,5	3,0
4,0	1,5	1,5	1,8	3,0	2,3	4,0	3,0	3,0	2,3	2,5	3,3
4,0	1,5	2,0	1,0	2,3	2,3	4,0	2,0	2,5	1,5	2,0	3,5
4,0	1,8	1,5	1,8	2,5	1,8	4,0	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5
4,0	1,5	1,8	2,0	2,8	2,5	4,0	2,3	2,8	3,3	3,3	4,0
4,0	1,8	2,0	2,0	2,3	2,0	4,0	2,3	2,8	3,3	3,3	3,5
4,0	1,8	1,8	1,8	2,8	2,8	4,0	2,8	3,0	2,8	2,8	3,5
4,0	1,5	2,0	2,0	2,8	2,3	4,0	2,3	3,0	2,3	3,0	3,0
4,0	1,8	2,3	1,8	2,5	2,5	4,0	3,0	3,0	2,8	3,0	3,5
4,0	2,0	2,0	1,3	2,0	2,3	4,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0
4,0	2,0	2,0	1,0	2,8	2,8	4,0	2,3	1,5	2,5	3,0	3,0
4,0	1,3	1,5	1,8	2,3	2,5	4,0	2,8	3,0	2,0	3,0	3,0
4,0	2,0	2,0	0,5	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0
4,0	1,5	1,5	2,0	2,5	2,3	4,0	3,0	2,8	2,0	2,8	3,0
4,0	1,8	2,0	1,3	2,3	2,0	4,0	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0
4,0	1,5	2,0	1,8	2,5	2,3	4,0	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0
4,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0	3,0	3,0	2,5	2,0	3,5
4,0	1,5	2,0	2,0	2,3	2,0	4,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,5
4,0	1,3	1,0	1,3	2,5	2,0	4,0	4,0	2,5	2,5	3,3	4,0
4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0	2,3	2,8	3,0	3,0	3,0
4,0	2,0	2,0	1,5	2,8	2,0	4,0	3,0	1,5	3,0	3,0	3,0
4,0	1,8	1,0	1,5	1,3	2,8	4,0	3,0	2,8	2,3	3,0	4,0
4,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,8	4,0	2,3	2,8	2,0	3,0	3,0
4,0	1,0	1,8	1,0	2,8	2,3	4,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,5
4,0	2,0	1,8	2,0	3,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,0	3,0	4,0
4,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,5	4,0	2,5	3,0	3,0	2,8	2,8
4,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,5	4,0	2,5	3,0	3,0	3,8	3,0
4,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	4,0	3,0	3,0	2,8	3,0	2,5

4,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,3	4,0	3,0	3,0	3,0	2,8	3,0
4,0	2,0	2,0	1,5	2,3	2,5	4,0	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0
4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,8	4,0	3,0	2,5	3,0	2,0	3,0
4,0	2,0	2,0	2,0	2,8	2,3	4,0	3,0	3,0	2,3	2,8	4,0
4,0	1,8	2,3	1,3	3,0	2,3	4,0	3,0	2,8	2,3	3,0	3,3
4,0	2,0	2,0	1,8	2,0	2,8	4,0	2,0	3,0	2,0	3,3	3,3
4,0	1,3	1,8	1,5	2,3	2,3	4,0	2,5	3,0	2,3	3,0	2,8
4,0	1,8	1,8	1,5	2,3	2,3	4,0	3,0	3,0	2,3	3,8	1,3
4,0	0,5	2,0	1,5	2,0	2,5	4,0	2,0	2,8	2,3	3,0	2,8
4,0	1,5	2,0	1,5	2,3	2,8	4,0	2,8	2,8	2,5	3,0	4,8
4,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,3	4,0		2,3	2,5	3,0	3,0
4,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0		3,3	2,5	3,0	3,3
4,0	1,0	2,0	2,0	2,3	2,5	4,0		3,0	3,0	3,3	3,0
4,0			2,0	2,3	3,0	4,0		3,3	2,3	2,8	2,8
4,0			1,8	2,5	2,8	4,0		3,3	2,0	3,0	3,0
4,0			1,8	2,0	1,0	4,0			2,3		2,0
4,0			1,8	2,5	2,3	4,0			3,0		
4,0			2,0			4,0			3,0		
4,0			2,0			4,0			2,0		
4,0			1,8			4,0					
4,0			1,8			4,0					
Media	1,6	1,8	1,7	2,0	2,1	Media	2,5	2,8	2,7	2,8	3,1
STD	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	STD	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
C.V. %	23,1	19,0	19,5	19,6	17,5	C.V. %	18,9	14,1	14,4	14,3	13,1

ANEXO 2

FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA	ALTURA			
BLOQUE	0,0347				
HONGO	0,0048	NS:NO SIGNIFICATIVO			
DOSIS(HONGO)	0,1404 NS				
MUESTREO	<.0001				
MUESTREO*HONGO	0,2155				
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	0,5175				
CONTRASTE DE TENDENCIAS					
lin (dosis / <i>T. harzianum</i>)	0,044				
cua (dosis c/ <i>T. harzianum</i>)	0,8702				
	<i>T. harzianum</i>	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)

HONGO	1:SIN			12,423	B
HONGO	2:CON			15,410	A
DOSIS(HONGO)	1:SIN		1(T0)	12,423	
DOSIS(HONGO)	2:CON		0,5+T*(T2)	14,015	
DOSIS(HONGO)	2:CON		1+T*(T1)	15,615	
DOSIS(HONGO)	2:CON		2+T*(T3)	15,211	
DOSIS(HONGO)	2:CON		4+T*(T4)	16,801	
MUESTREO		1		11,419	B
MUESTREO		2		16,414	A
MUESTREO*HONGO	1:SIN	1		10,231	
MUESTREO*HONGO	2:CON	1		12,607	
MUESTREO*HONGO	1:SIN	2		14,614	
MUESTREO*HONGO	2:CON	2		18,214	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	1	1	10,231	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	14,614	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	11,655	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	12,896	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	12,345	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	4	13,531	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	0,5	16,374	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	1	18,333	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	2	18,078	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	4	20,071	
			DIAMETRO		
FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA				
BLOQUE	0,3529				
HONGO	0,004				
DOSIS(HONGO)	0,0173				
MUESTREO	<.0001				
MUESTREO*HONGO	0,6386				
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	0,6411				
CONTRASTE DE TENDENCIAS					
lin (dosis / <i>T. harzianum</i>)	0,0023				
cua (dosis c/ <i>T. harzianum</i>)	0,5863				
	<i>T. harzianum</i>	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)
HONGO	1:SIN			2,0634	B
HONGO	2:CON			2,3661	A
DOSIS(HONGO)	1:SIN		1(T0)	2,0634	C
DOSIS(HONGO)	2:CON		0,5+T*(T2)	2,1953	BC

DOSIS(HONGO)	1:SIN		1	12,4375	C
DOSIS(HONGO)	2:CON		0,5	14,9575	BC
DOSIS(HONGO)	2:CON		1	16,725	B
DOSIS(HONGO)	2:CON		2	20,9587	A
DOSIS(HONGO)	2:CON		4	21,2813	A
MUESTREO		1		13,0356	B
MUESTREO		2		17,8825	A
MUESTREO*HONGO	1:SIN	1		9,6725	
MUESTREO*HONGO	2:CON	1		16,3988	
MUESTREO*HONGO	1:SIN	2		15,2025	
MUESTREO*HONGO	2:CON	2		20,5625	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	1	1	9,6725	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	15,2025	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	12,805	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	15,6725	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	18,47	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	4	18,6475	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	0,5	17,11	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	1	17,7775	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	2	23,4475	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	4	23,915	
CUADRATICA	COEFICINTES				
b0	INTERCEPTO	11,599583			
b1	LINEAL	6,6828952			
b2	CUADRATICO	-1,063414			
	DOSIS MAX	3,1421889			
	MAX	22,099043			
	PESO FRESCO PARTE AEREA				
FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA				
HONGO	<.0001				
DOSIS(HONGO)	<.0001				
MUESTREO	<.0001				
MUESTREO*HONGO	0,9244				
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	0,1055				
CONTRASTE DE TENDENCIAS	SIGNIFICANCIA				

lin dosis c/h	<.0001				
cua dosis c/h	0,0008				
	T. harzianum	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)
HONGO	1:SIN		1	8,3475	B
HONGO	2:CON		1-2-3-4	12,7656	A
DOSIS(HONGO)	1:SIN		1	8,3475	C
DOSIS(HONGO)	2:CON		0,5	9,4775	BC
DOSIS(HONGO)	2:CON		1	11,205	B
DOSIS(HONGO)	2:CON		2	14,5875	A
DOSIS(HONGO)	2:CON		4	15,7925	A
MUESTREO		1		8,7891	B
MUESTREO		2		12,3241	A
MUESTREO*HONGO	1:SIN	1		6,6075	
MUESTREO*HONGO	2:CON	1		10,9706	
MUESTREO*HONGO	1:SIN	2		10,0875	
MUESTREO*HONGO	2:CON	2		14,5606	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	1	1	6,6075	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	10,0875	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	8,1025	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	10,2475	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	12,3975	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	4	13,135	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	0,5	10,8525	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	1	12,1625	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	2	16,7775	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	4	18,45	
CUADRATICA	COEFICINTES				
b0	INTERCEPTO	6,85			
b1	LINEAL	5,38			
b2	CUADRATICO	-0,79			
	DOSIS MAX	3,43			
	MAX	16,07			
	PESO FRESCO PARTE RADICAL				
FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA				

b1	LINEAL	1,13			
b2	CUADRATICO	-0,16			
	DOSIS MAX	3,56			
	MAX	4,22			
PESO SECO PARTE RADICAL					
FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA				
HONGO	0,0119				
DOSIS(HONGO)	0,3718 NS				
MUESTREO	<.0001				
MUESTREO*HONGO	0,1334				
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	0,2791				
CONTRASTE DE TENDENCIAS	SIGNIFICANCIA				
lin dosis c/h	0,2578				
cua dosis c/h	0,6843				
	T. harzianum	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)
HONGO	1:SIN		1	1,15	B
HONGO	2:CON		1-2-3-4	1,4253	A
DOSIS(HONGO)	1:SIN		1	1,15	B
DOSIS(HONGO)	2:CON		0,5	1,5463	A
DOSIS(HONGO)	2:CON		1	1,3637	A
DOSIS(HONGO)	2:CON		2	1,4388	A
DOSIS(HONGO)	2:CON		4	1,3525	A
MUESTREO		1		0,8966	B
MUESTREO		2		1,6788	A
MUESTREO*HONGO	1:SIN	1		0,68	
MUESTREO*HONGO	2:CON	1		1,1131	
MUESTREO*HONGO	1:SIN	2		1,62	
MUESTREO*HONGO	2:CON	2		1,7375	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	1	1	0,68	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	1,62	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	1,0975	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	1,15	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	1,1275	

MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	0,2475	A
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	0,1725	C
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	0,1975	BC
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	0,19	BC
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	4	0,2	ABC
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	0,5	0,2325	AB
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	1	0,2025	ABC
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	2	0,2075	ABC
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	4	0,2025	ABC
DOSIS	HONGO	MUESTREO	VALOR	Tukey (p<0.05)	
0,5	2:CON	1	0,1725	B	
0,5	2:CON	2	0,2325	A	
1	1:SIN	1	0,1925	B	
1	1:SIN	2	0,2475	A	
1	2:CON	1	0,1975	A	
1	2:CON	2	0,2025	A	
2	2:CON	1	0,19	A	
2	2:CON	2	0,2075	A	
4	2:CON	1	0,2	A	
4	2:CON	2	0,2025	A	
POTASIO					
FUENTE DE VARIACION	SIGNIFICANCIA				
HONGO	0,96	NS			
DOSIS(HONGO)	0,00	**			
MUESTREO	<.0001	**			
MUESTREO*HONGO	0,22	NS			
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	0,87	NS			
CONTRASTE DE TENDENCIAS	SIGNIFICANCIA				
lin dosis c/h	0,00	**			
cua dosis c/h	0,19	NS			
lin dosis c/h mu1	0,01	**			
cua dosis c/h mu1	0,36	NS			
lin dosis c/h mu2	0,00	**			
cua dosis c/h mu2	0,35	NS			
	<i>T. harzianum</i>	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)
HONGO	1:SIN			0,73	A

	<i>T. harzianum</i>	Muestreo	Dosis	Medias	Tukey (p<0.05)
HONGO	1:SIN			58,88	A
HONGO	2:CON			47,50	B
DOSIS(HONGO)	1:SIN	T0	1	58,88	A
DOSIS(HONGO)	2:CON	T2	0,5	49,38	B
DOSIS(HONGO)	2:CON	T1	1	45,13	B
DOSIS(HONGO)	2:CON	T3	2	45,63	B
DOSIS(HONGO)	2:CON	T4	4	49,88	B
MUESTREO		1		42,53	B
MUESTREO		2		63,84	A
MUESTREO*HONGO	1:SIN	1		44,75	
MUESTREO*HONGO	2:CON	1		40,31	
MUESTREO*HONGO	1:SIN	2		73,00	
MUESTREO*HONGO	2:CON	2		54,69	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	1	1	44,75	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	1:SIN	2	1	73,00	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	0,5	38,25	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	1	40,50	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	2	41,00	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	1	4	41,50	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	0,5	60,50	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	1	49,75	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	2	50,25	
MUESTRE*DOSIS(HONGO)	2:CON	2	4	58,25	