



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA DE AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE II COHORTE

“EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth). “

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

AUTOR: Ing. Fabián Eduardo Arias Rodas

DIRECTOR: Ing. Pedro René Zea Dávila M.Sc.

CUENCA, ECUADOR

2016



RESUMEN

Rubus glaucus, Benth (Mora de Castilla) comercialmente es propagado de forma asexual, mediante el uso de estacas y la ayuda de auxinas sintéticas. En este estudio se evaluó el comportamiento de dos especies de *Trichoderma* (*T. harzianum* y *T. koningii*) como estimulantes en la inducción de raíces a estacas de mora de castilla. Para cada especie de *Trichoderma* se evaluaron 5 dosis, considerando medir las variables: longitud, número y peso seco de sus raíces, además el número de brotes con hojas a 45, 60 y 75 días, los resultados fueron comparados con un control sintético (Ácido alfa-naftalenoacético) y un control absoluto (agua). El experimento fue desarrollado usando un DBCA con 3 repeticiones. Sus resultados demostraron que ninguna de las dos especies de *Trichoderma* estimuló el desarrollo radicular o la emisión de brotes con hojas, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos por las variables en las estacas tratadas con *Trichoderma* y los tratamientos de control.

Palabras Claves: Mora de Castilla, *Trichoderma*, auxinas, enraizaje, propagación.



ABSTRACT

Rubus glaucus, Benth (Mora de Castilla), is commercially propagated asexually by rooting cuttings and synthetic auxins. In this study the effect of two species of Trichoderma (*T. harzianum* and *T. koningii*) was evaluated as stimulants for inducing root formation in mora de castilla cuttings. For each species of Trichoderma 5 doses were tested, considering measuring variables: length, number and dry roots weight, besides of the number of shoots with leaves at 45, 60 and 75 days, the results were compared with a synthetic Control (1-Naphthaleneacetic acid) and untreated control (water). The experiment was conducted using a randomized block design (ERBC) with 3 repetitions. The results showed that none of the Trichoderma species stimulated root development or issuance of shoots with leaves, since no significant differences were detected between the values of the variables in stakes treated with *Trichoderma* and control treatments.

KEYWORDS: Mora de Castilla, *Trichoderma*, rooting, stimulate, propagation.



TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. Objetivo de la Investigación.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	4
CAPÍTULO II. Marco Teórico.....	5
2.1. El Cultivo de la Mora.....	5
2.2. Métodos de Reproducción de la Mora.....	5
2.3. Factores que influye en el enraizamiento de estacas.....	6
2.4. Auxinas.....	7
2.5. <i>Trichoderma</i>	8
2.5.1 Principales Beneficios.....	9
2.6. <i>Trichoderma harzianum</i>	10
2.7. <i>Trichoderma koningii</i>	11
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. El área de estudio.....	13
3.2. Material Vegetal.....	14
3.3. Sustrato.....	14
3.4. Inoculación de especies de <i>Trichoderma</i>	17
3.5. Siembra de Estacas de <i>Rubus glaucus</i> , Benth (Mora de Castilla).....	18
3.6. Metodología para la investigación experimental:	18
3.6.1. Factores de estudio.....	19
3.6.2. Tratamientos.....	19
3.6.3. Especificación de la unidad experimental.....	20
3.7. Análisis Estadístico.....	20
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	22
4.1 Resultado 1. Longitud de la Raíz.....	22
4.2. Resultado 2. Número de raíces.....	31
4.3. Resultado 3. Número de brotes con una hoja.....	39
4.4. Resultado 4. Peso seco de la raíz.....	48



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	57
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
ANEXOS	68
Anexo 1. Ubicación del Umbráculo en donde se desarrolla el estudio a nivel Parroquial, Cantonal, Provincial y Nacional.....	69
Anexo 2. Registro Clima.....	70
Anexo 3. Reporte de Análisis Físico Y Análisis Químico del Sustrato.....	71
Anexo 4. Análisis de Muestra de Producto Biológico (<i>Trichoderma spp</i>).....	73
AnEXO 5. Oficio Laboratorio especificando especie de <i>Trichoderma</i> y dosis..	75
Anexo 6. Ficha producto Hormonagro.....	76
Anexo 7. Diseño en Bloques Completamente al Azar de la Investigación.	77
Anexo 8. Matriz para toma de datos.....	78
Glosario.....	79



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del Análisis Físico del Sustrato	15
Tabla 2. Resultados del Análisis Químico del Sustrato	15
Tabla 3. Distribución de Tratamientos	20
Tabla 4. Resultados longitud de la raíz a los 45 días	22
Tabla 5. Prueba de homogenización de varianzas para longitud de raíz a los 45 días.	23
Tabla 6. Resultados longitud de la raíz a los 60 días	25
Tabla 7. ANOVA Longitud de raíz a 60 días	25
Tabla 8. Prueba de contraste entre tratamientos para longitud raíz a 60 días .	27
Tabla 9. Resultados longitud de la raíz a los 75 días	27
Tabla 10. ANOVA longitud de la raíz a los 75 días	28
Tabla 11. Prueba de contraste entre tratamientos para longitud raíz a 75 días	29
Tabla 12. Resultados número de raíces a los 45 días	31
Tabla 13. ANOVA número de raíces a los 45 días.....	31
Tabla 14. Prueba de contraste entre tratamientos para número de raíces a 45 días	33
Tabla 15. Resultados número de raíces a los 60 días	33
Tabla 16. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de raíces a los 60 días	34
Tabla 17. Resultados número de raíces a los 75 días	36
Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de raíces a los 75 días.	36
Tabla 19. Resultados número de brotes con una hoja a los 45 días.....	39
Tabla 20. ANOVA número de brotes a los 45 días.....	39
Tabla 21. Prueba de contraste entre tratamientos para número de brotes con una hoja a 45 días.....	41
Tabla 22. Resultados número de brotes con una hoja a los 60 días	41
Tabla 23. ANOVA número de brotes a los 60 días.....	42
Tabla 24. Prueba de contraste entre tratamientos para número de brotes con una hoja a 60 días.....	44
Tabla 25. Resultados número de brotes con una hoja a los 75 días.....	44
Tabla 26. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de brotes con una hoja a los 75 días.	45
Tabla 27. Resultados peso seco de la raíz a los 75 días	48
Tabla 28. ANOVA peso seco de la raíz a los 45 días.....	48
Tabla 29. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de raíces a 45 días	50
Tabla 30. Resultados peso seco de la raíz a los 60 días	51
Tabla 31. ANOVA Peso seco de la raíz a los 60 días	51
Tabla 32. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la raíz a 60 días	53



Tabla 33. Resultados peso seco de la raíz a los 75 días	53
Tabla 34. ANOVA peso seco de la raíz a los 75 días.....	54
Tabla 35. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la raíz a 75 días	55



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Colonias de <i>Trichoderma spp.</i>	9
Figura 2. <i>T. harzianum</i>	11
Figura 3. <i>T. koningii</i>	12
Figura 4. Umbráculo.....	13
Figura 5. Selección de Plantas Madre.....	14
Figura 6. Tamizado y tratamiento de Solarización del Sustrato	16
Figura 7. Enfundado.....	17
Figura 8. Siembra de Estacas de <i>Rubus glaucus</i> , Benth (Mora de Castilla). ...	18
Figura 9. Longitud de la raíz a los 45 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	23
Figura 10. Longitud de la raíz a los 45 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	24
Figura 11. Longitud de la raíz a los 60 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	26
Figura 12. Longitud de la raíz a los 60 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	26
Figura 13. Longitud de la raíz a los 75 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	28
Figura 14. Longitud de la raíz a los 75 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	29
Figura 15. Longitud de la raíz en estacas de mora de castilla inoculadas con <i>T. harzianum</i> y <i>T. koningii</i> a 45, 60 y 75 días después de la siembra.	30
Figura 16. Número de raíces a los 45 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	32
Figura 17. Número de raíces a los 45 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	32
Figura 18. Número de raíces a los 60 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	34
Figura 19. Número de raíces a los 60 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	35
Figura 20. Número de Raíces a los 75 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	37
Figura 21. Número de raíces a los 75 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	37
Figura 22. Número de raíces en estacas de mora de castilla inoculadas con <i>T. harzianum</i> y <i>T. koningii</i> a 45, 60 y 75 días después de la siembra.	38
Figura 23. Número de brotes con una hoja a los 45 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos).....	40
Figura 24. Número de brotes con una hoja a los 45 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos).....	40
Figura 25. Número de brotes con una hoja a los 60 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos).....	42
Figura 26. Número de brotes con una hoja a los 60 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos).....	43
Figura 27. Número de brotes con una hoja a los 75 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos).....	45
Figura 28. Número de brotes con una hoja a los 75 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos).....	46
Figura 29. Número de brotes con una hoja en estacas de mora de castilla inoculadas con <i>T. harzianum</i> y <i>T. koningii</i> a 45, 60 y 75 días después de la siembra	47
Figura 30. Peso seco de las raíces a los 45 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)..	49
Figura 31. Peso seco de las raíces a los 45 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	50
Figura 32. Peso seco de la raíz a los 60 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	52



Figura 33. Peso Seco de la raíz a los 60 días (<i>T. koningii</i> vs testigos)	52
Figura 34. Peso seco de la raíz a los 75 días (<i>T. harzianum</i> vs. testigos)	54
Figura 35. Peso seco de la raíz a los 75 días (<i>T. koningii</i> vs. testigos)	55
Figura 36. Peso seco de la raíz en estacas de mora de castilla inoculando <i>T. harzianum</i> y <i>T. koningii</i> a 45, 60 y 75 días después de la siembra	56



Fabián Eduardo Arias Rodas, autor/a de la tesis "EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth)", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magíster en Agroecología y Ambiente. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 05 de Abril de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Fabián Eduardo Arias Rodas".

Fabián Eduardo Arias Rodas

C.I: 0103991386



Fabián Eduardo Arias Rodas, autor/a de la tesis "EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth)", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 05 de Abril de 2016


Fabián Eduardo Arias Rodas

C.I: 0103991386



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de tesis titulado "**EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth.)**", ha sido correctamente elaborado por el Ing. Fabián Eduardo Arias Rodas.

A blue ink signature of the name "Ing. Agr. Pedro Zea Dávila M. Sc." followed by a horizontal line.

Ing. Agr. Pedro Zea Dávila M. Sc.

DIRECTOR DE
TESIS.



CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis de postgrado de la Maestría en Agroecología y Ambiente, II Cohorte, certifica que fue aprobada la presente investigación titulada **"EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth)."**, realizada por el Ingeniero Fabián Eduardo Arias Rodas.



Dr. Eduardo José Chica Martínez Ph.D.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Paulina Germania Villena Ochoa M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

4CIIA: 4-cloro Indolacético

AG3: Ácido Giberélico

AIA. Ácido Indolacético

AIP: Ácido indolpropiónico

ANA: Ácido alfa-naftalenoacético.

ANOVA: Análisis de Varianza.

Ca: Calcio.

DCBA: Diseño de Bloques Completamente al Azar

DICYT: Dirección de Investigación Científica y Tecnológica.

IAA: Ácido Indolacético

IBA: Ácido indolbutírico.

IGM: Instituto Geofísico Militar.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

K: Potasio.

Mg: Magnesio.

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

PAA: Ácido fenilacético.

pH. Potencial Hidrógeno.

Tm: Tonelada métrica

UPA: Unidad de Producción Agropecuaria.

UTM: Universal Transverse Mercator.



AGRADECIMIENTOS

De manera especial al Ing. Pedro Zea Dávila M. Sc., por el acompañamiento en este estudio y el tiempo brindado para cumplir con los objetivos. Al Dr. Eduardo Chica Ph.D., Ing. Paulina Villena M. Sc. y Eco. Carlos Torres M. Sc., quienes con su conocimiento y experiencia supieron guiarme en esta investigación. A mi amigo Luis Villa, que fue mis manos y piernas en el trabajo de campo.

Ing. Fabián Arias Rodas



DEDICATORIA

A mi esposa María Alejandra, compañera incondicional en todo momento, a mí Hijo Pablo José, quienes son los motivos para continuar cumpliendo las metas en la vida. A mis Padres que me inculcaron los valores necesarios para ser una persona de bien y de servicio a la comunidad.

Ing. Fabián Arias Rodas.



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen alrededor de 400 especies de moras y frambuesas dentro del género Rubus. La mayoría de estas son originarias de las regiones templadas y frías de América del Norte y Eurasia. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], 2004).

Asturizaga, Ollgaard & Balslev, (2006) manifiestan: “Muchas de las especies de moras son encontradas en los Andes, la mora de castilla es la más famosa y popular. Se la cultiva comercialmente en Colombia, Ecuador, Guatemala y El Salvador” (p. 340). Se estima que en el país la mora de castilla se cultiva en 10.909 UPAs (unidad de producción agropecuaria), con un total de producción de 10.283 Tm por año. En el Azuay se registró 69 Ha de este cultivo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2000). En la actualidad es considerada una fruta de consumo diario de las familias ecuatorianas, por lo que la demanda es alta, 2kg/semana/ familia. (Martínez *et al*, 2007)

Los métodos de reproducción de la mora son distintos pudiendo ser esto sexuales y asexuales. Franco, Rodríguez & Guevara (1996) afirma: “el objetivo de su propagación es buscar el incremento en su productividad, conservando las características que posea” (p.23).

En la actualidad, el método de propagación de plántulas de mora de castilla más utilizada de forma comercial es el asexual, en el cual se usan acodos y estacas. Sin embargo al usar estacas estas presentan dificultad, debido a que en sus etapas de enraizamientos, formación de brotes y ramas primarias, pierden vigorosidad para continuar con su desarrollo (Montoya Marmolejo, Hincapié & Uribe Flores, 1997)

No todas las plantas pueden enraizar espontáneamente, por lo que en muchos de los casos es necesaria la aplicación de sustancias que induzcan la formación de raíces. Para esto, se usan productos hormonales reguladores de crecimiento, pudiéndose mezclar o usar simultáneamente uno o varios para incrementar el efecto ejercido por estos. (Rojas González, García Lozano, & Alarcón Rojas, 2004)



En varias investigaciones se menciona las cualidades del uso de materiales biológicos. Se tienen reportes que *Trichoderma spp.* induce el crecimiento vegetal e incrementa la respiración durante la germinación. Además, acelera el desarrollo de los tejidos meristemáticos primarios, los cuales aumentan el volumen, la altura y también el peso de la planta. (Moity, 1982); (Miranda *et al.*, 1998); (Gravel *et al.*, 2007); (Shoresh y Harman, 2008). Este hongo secreta fitohormonas como el Ácido Indolacético, el cual estimula la germinación, el crecimiento y el desarrollo radicular, mejorando la asimilación de nutrientes. (González *et al.*, 1999); (Cupull *et al.*, 2003); (Harman, 2006); (Gravel *et al.*, 2007); (Vinale *et al.*, 2008); (Sánchez-Pérez, 2009); (Hernández *et al.*, 2011). En la presente investigación se evaluó el comportamiento de dos especies de *Trichoderma* (*T. harzianum* y *T. koningii*) y el producto de su inoculación en estacas de mora de castilla, como una alternativa al uso de fitohormonas sintéticas.

1.1. JUSTIFICACIÓN.

El éxito de enraizamiento de estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla) depende de una gran cantidad de factores relacionados con la minimización del déficit hídrico, la optimización de la fotosíntesis durante el proceso de propagación, el uso de sustratos adecuados y promotores de crecimiento que favorezcan la iniciación y desarrollo de las raíces. (Ruiz Solsol & Mesén, 2010). Para esto se usa productos ricos en fitohormonas que puedan estimular el crecimiento de raíces, muchos de los cuales son producidos sintéticamente.

Trichoderma spp. tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas), las cuales pueden estimular la germinación y el desarrollo de las plantas. (Altomare, Norvell, Björkman & Harman, 1999)

Existen estudios de enraizamiento realizados a diferentes especies de *Rubus*, aplicando ácido indolbutírico (IBA) en diferentes dosis, evidenciándose que soluciones que se encuentran entre 1 y 3 mg/l presentaron respuesta al enraizaje en un 100%; similares resultados se obtuvieron en el estudio con



mora de castilla, cuando a las plantas in vitro cultivadas en un medio nutritivo, con 1.0 mg/l de IBA, también se obtuvo plantas con mayor número de raíces y con un 100 % de enraizaje. (Castro Restrepo & Gaviria Gutierrez, 1995)

Sin embargo son pocas las investigaciones realizadas sobre el efecto producido por *Trichoderma spp.* como promotor de fitorreguladores que estimulen el crecimiento radicular en mora, de ahí la importancia de la generación de estudios que determinen los beneficios producidos por estas especies.

1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Objetivo general.

- Evaluar el comportamiento de dos cepas de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. koningii*), en cuanto a la estimulación para la emisión de raíces en estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla), inoculando 5 dosis de cada cepa, y midiendo el desarrollo radicular y hojas a 45, 60 y 75 días, frente a una hormona comercial T11 (ácido alfa-naftalenoacético ANA) y T12 (agua).

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar la respuesta de dos cepas de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. koningii*), en 5 dosis: muy baja – 50% de la dosis recomendada, baja - 25% de la dosis recomendada, media o dosis recomendada, alta: + 25% dosis recomendada y muy alta + 50% de la dosis recomendada, al usarse como estimulante en la emisión de raíces, frente a una hormona comercial (ácido alfa-naftalenoacético ANA) y un testigo absoluto (agua) en un sustrato estable (arena) para todos los casos.
- Determinar cuál de las dos especies en estudio tiene un mejor efecto en la estimulación de brotes en las estacas para el crecimiento de raíces



frente a una hormona comercial: ácido alfa-naftalenoacético - ANA y un testigo absoluto: agua.

1.3. Hipótesis de la Investigación.

El tratamiento con dos cepas de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. koningii*), inoculando a cinco dosis, en estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla), estimulan el crecimiento de raíces y brotes con hojas, para la producción de nuevas plantas.



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. El Cultivo de la Mora.

La planta de mora de castilla pertenece al Reino Vegetal, Clase: Dicotyledoneae, Orden: Rosales, Familia: Rosaceae, Género: Rubus y Especie: *glaucus Benth.* Es una planta perenne que emite ramas o “cañas” cortas, formando macollos de 5 metros de diámetro. Sus ramas y hojas tienen espinas curvas, sus tallos jóvenes y el envés de las hojas están cubiertos de una cera blanquecina dando su tono característico. (León, 2000). En la base de la planta se encuentra la corona donde se forman los tallos y estos están conformados por una gran cantidad de raíces superficiales. Sus raíces son profundas, pudiendo alcanzar más de un metro de profundidad dependiendo del suelo. (Martínez *et al*, 2007)

Es conocida como mora de castilla o mora azul siendo la de mayor importancia comercial puesto que se cultiva en regiones que se encuentran entre los 1.200 a 3.000 m.s.n.m., económicamente es una de las frutas más valiosas en el mundo. (Casaca, 2013). En el Ecuador existen aproximadamente 5.247 Ha de mora de castilla, la mayor parte se encuentra en manos de pequeños y medianos productores, con promedios que van desde 200 hasta 2000 plantas en producción. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias/ Dirección de Investigación Científica y Tecnológica [INIAP/DiCYT], 2008)

2.2. Métodos de Reproducción de la Mora.

La propagación de la mora de castilla es usualmente por estacas o acodos (método asexual), puesto que al reproducir sexualmente por medio de semillas, estas poseen un bajo poder germinativo y períodos de germinación muy extensos. (González Molina & Gómez C., 1997)

Para la producción de plantas de mora por estaca, deben provenir de plantas “madre” sanas, vigorosas y que ya hayan producido (fructificado); las cuales deben ser de carácter leñosa o semileñosa, como mínimo el grosor tenga 1cm. y con 3 a 4 yemas (25 a 30 cm). (Franco & Giraldo, 2002). Las estacas se



siembran en bolsas con sustratos y usando hormonas que estimulen el enraizamiento de las mismas. (Franco & Giraldo, 1998)

El éxito que ocurre en la propagación de una planta dependerá siempre de la posibilidad de expresión de su potencial celular, es decir, algunas células recuperan su condición meristemática. Para esto, se debe inducir primero a la desdiferenciación y luego la rediferenciación celular. Un proceso de este tipo sucede durante la formación de las raíces adventicias en el enraizamiento de estacas. (Segretín, 2006)

2.3. Factores que influye en el enraizamiento de estacas.

El desarrollo normal de una planta depende de la interacción de varios factores externos como: luz, nutrientes, agua y temperatura, y otros internos como las hormonas vegetales o fitohormonas. (Martínez *et al*, 2007).

Jordán & Casaretto, (2006) manifiestan al referirse sobre las hormonas vegetales que: “Aún, a pesar del relativo escaso número de ellas y, al contrario que en organismos animales, su interacción permite regular todas las respuestas de crecimiento y desarrollo durante la ontogenia de las plantas”.(p. 1)

En estos procesos fisiológicos, se debe hacer una distinción entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento, en donde se puede decir que todas las hormonas regulan el crecimiento; sin embargo no todas las sustancias reguladoras del crecimiento son hormonas. (Hartman & Kester, 1991), esto se debe a que pueden ser de naturaleza química: diferente, desconocida o nunca codificada por el metabolismo celular, sin embargo puede desarrollar efectos producidos por hormonas endógenas naturales. (Jordán & Casaretto, 2006)

Los reguladores del crecimiento de las plantas son compuestos orgánicos generados por las mismas, que en pequeñas cantidades pueden: fomentar, inhibir o modificar de cierto modo, cualquier proceso fisiológico vegetal. (Lira, 2007)



Los reguladores de crecimiento conocidos son: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno, las cuales tiene influencia en la formación de sistemas radiculares de las plantas; de las cuales, las auxinas son las que ejercen un mayor efecto en la formación de raíces en esquejes. (Weaver, 1976)

2.4. Auxinas.

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan procesos del desarrollo y crecimiento de las plantas. La forma más conocida es el ácido indolacético (IAA), el cual es muy usado en bioensayos. Otras formas naturales de auxinas son el ácido 4-cloro-indolacético (4-CIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indolbutírico (IBA) y el ácido indolpropiónico (AIP). (Ludwig-Müller & Cohen, 2002)

Estas se encuentran en todos los tejidos de las plantas, sin embargo están mayormente concentrados en las zonas de crecimiento activo como los meristemos apicales, hojas jóvenes y frutos en desarrollo, muchas veces interactuando con otras fitohormonas (Jordán & Casaretto, 2006), además se encuentran relacionadas con funciones fisiológicas asociadas con la elongación de los tallos, formación de raíces adventicias, diferenciación vascular y dominancia apical.(Davies, 2010)

Se ha evidenciado en investigaciones que el efecto producido por las auxinas en el crecimiento y formación de raíces de plantas, se encuentra presente desde el desarrollo embrionario (Jenik & Barton, 2005), además al ser dosificadas en concentraciones tan bajas como 0.01 µmol/L, son capaces de promover el alargamiento y división celular. (Amador Alférez *et al*, 2013)

El ácido alfa-naftalenoacético (ANA), es una auxina sintética basada del ácido indolacético (IAA) y es utilizada ampliamente en horticultura, cuya función es estimular el crecimiento de raíces adventicias. Otras auxinas sintéticas como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido indol-3-acético (AIA) al mezclarse con talco inactivo también inducen la formación de raíces a partir del tallo, siendo esta una práctica común para el enraizamiento, así como la germinación in vitro de



semillas y crecimiento de plántulas en algunas especies de plantas. (Amador Alférez *et al*, 2013)

En la actualidad el uso de microorganismos benéficos en reemplazo de los agroquímicos se ha difundido ampliamente, algunas tienen la habilidad de incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas principalmente en el estímulo del sistema radical debido a la excreción de hormonas vegetales como las auxinas. (Vuelvas Calderón *et al*, 2015)

Existen varios tipos de bacterias , hongos, levaduras, actinomycetes y algas que han sido reportados como productores activos de AIA (ácido indolacético) principalmente en presencia de triptofano, que sirve como sustancia precursora, entre estos microorganismos encontramos a *Trichoderma spp.* (Arshad & Frankeberger, 1993) (Valencia, Sánchez, & Valero, 2005)

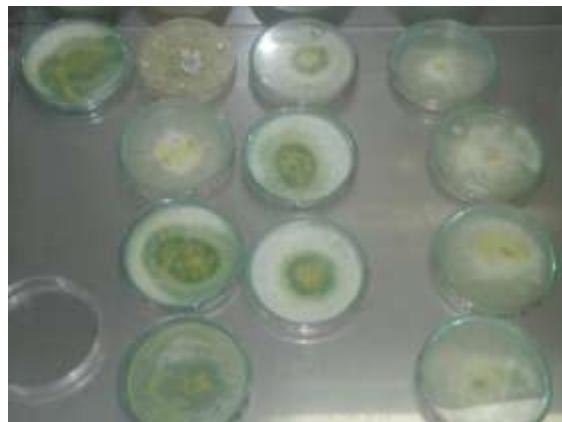
Entre los metabolitos secundarios segregados por *Trichoderma* se encuentra el ácido-3- indolacético AIA, que es un tipo de auxina inductora del crecimiento vegetal. (Gravel, Antoun & Tweddell, 2007)

2.5. *Trichoderma*.

Este hongo fue descrito por primera vez hace 200 años, y solo un siglo después se realizó el análisis de su estructura, ubicándola en el género de los hongos filamentosos, con propiedades y actividades biológicas cada vez más usadas en la actualidad, varios artículos técnicos han descrito sus bondades en el manejo biológico en la agricultura (Villegas, 2005)

El género *Trichoderma spp.* está ampliamente distribuido alrededor del mundo, encontrándose prácticamente en todos los suelos y otros hábitats naturales, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica. (Papavizas, 1985). Su desarrollo se favorece aún más con la presencia de una alta densidad de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos hongos. Esta condiciones que reúne al poder adaptarse a diferentes condiciones medioambientales y sustratos, permite que *Trichoderma spp.* (Figura 1) pueda ser utilizado en diferentes suelos, cultivos, climas y procesos tecnológicos. (Harman & Björkman, 2005)

Figura 1. Colonias de *Trichoderma spp.*



Colonias de *Trichoderma spp.* aislada en cajas petri.

Fuente: Laboratorio de Bioinsumos MAGAP- Pamar Chacrín 2015.

La presencia de alta humedad y el riego mejora las condiciones de vida de este hongo, además condiciones favorables de pH ácido en el suelo incrementan la población de *Trichoderma*, pues existe una menor competencia con otros microorganismos como actinomicetos que están limitados por la acidez del suelo. Temperaturas que oscilan entre los 10º a 15º C y una baja disponibilidad de nutrientes afecta la actividad benéfica que estos puedan producir (Villegas, 2005)

2.5.1 Principales Beneficios.

Trichoderma spp. participa activamente en la descomposición de materia orgánica del suelo, es considerado como un antagonista natural de varios microorganismos patógenos de plantas, además puede cumplir funciones varias como la participación en la biotransformación de celulosa y hemicelulosa en las plantas, en la mineralización de Nitrógeno y algunas proteínas, siendo estos procesos biológicos los que favorecen el crecimiento de la planta, dando un mayor vigor germinativo y desarrollo de la raíz (Villegas, 2005)

Se ha comprobado que *Trichoderma* pueden producir sustancias capaces de estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Herrera - Estrella, 1988). Las investigaciones han demostrado que aplicando *Trichoderma spp.* en plantas de diferentes cultivos tienen mayor vigor, con un alto contenido en peso húmedo y seco, produciendo un mejor desarrollo de sus raíces, esto se debe al estímulo de varios factores de crecimiento que aumentan la capacidad



de las raíces en el aprovechamiento de los nutrientes. (Donoso, Lobos & Rojas, 2008)

En esta estimulación del crecimiento vegetal, participan reguladores de crecimiento tipo auxínico, en análisis de laboratorio se pudo observar que existió un efecto promotor de la división y elongación celular, principalmente en la producción de raíces. (Sánchez Pérez, 2009).

2.6. *Trichoderma harzianum*.

Trichoderma harzianum se lo puede encontrar principalmente en diferentes tipos de materias orgánicas y suelos, los mismo que pueden adaptarse a diversas condiciones ambientales facilitando su distribución en todo el mundo. (Romero-Arenas *et al*, 2009), se lo caracteriza por ser un hongo filamentoso que produce un alta gama de enzimas hidrolíticas y quitinolíticas, pudiendo parasitar e interactuar de forma simbiótica con microorganismos y plantas, (Gato Cárdenas, 2010). Se lo emplea en el control de enfermedades y como bioestimulante de plantas y biofertilizantes. (Kubicek & Harman, 1998) (Harman *et al*, 2004)

El principal mecanismos de acción de *T. harzianum* se basa como **promotor de crecimiento** vegetal, (Chang *et al*, 1986), el cual se va extendiendo según vaya colonizando el sistema radicular, el hongo se alimenta principalmente de productos de desecho y exudados excretados por la planta, se incrementa la capacidad solubilizadora de nutrientes orgánicos como el fósforo que se encuentra en el suelo, permitiendo que los cultivos capten una mayor cantidad de nutrientes, con esto se aumenta considerablemente el crecimiento de los mismos.(Galeano, Méndez & Urbaneja, 2002)

El estímulo de los mecanismos de defensa de las plantas, producto de aplicaciones de *T. harzianum* junto con los mecanismos de control puede, en alguna medida, explicar el estímulo para que se dé el crecimiento de raíces (Bailey & Lumsden, 1998) (Kleifeld & Chet, 1992), liberando factores de crecimiento como auxinas estimulando el desarrollo de sistemas radicales. (Altomare *et al*, 1999)

En un ensayo realizado en *Pinus radiata* (Pino), *T. harzianum* permite un incremento significativo en altura y biomasa de las plantas, así como el desarrollo del sistema radical. (Donoso, Lobos, & Rojas, 2008). También Cruz y Cisterna (1998) manifiestan en su investigación realizada en *Capsicum annuum* (Pimiento) que: “El tratamiento realizado con *T. harzianum* obtuvo resultados significativos, debido a que incrementó el largo de las raíces, peso seco, altura de plantas, número de hojas, área foliar, diámetro del tallo y número de flores por planta en relación con el testigo” (p. 90). En tratamientos realizados en semillas de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener (Maracuya) sobresale el efecto sobre la biomasa y la longitud de raíces. (Cubillos- Hinojosa, Valero & Mejía, 2009)

Figura 2. *T. harzianum*.



Crecimiento de *T. harzianum* después de 5 días de incubación en caja petri.

Fuente: Laboratorio de Bioinsumos MAGAP- Pamar Chacrín 2015.

2.7. *Trichoderma koningii*.

Según Aranzazu, Leguizamón & Dávila, (1999) “El hongo *Trichoderma koningii* es uno de los microorganismos más estudiados como agente de biocontrol de enfermedades de plantas. Por su amplia distribución este hongo se puede aislar de tejidos vegetales en descomposición”. (p. 40)

Trichoderma koningii (Figura 3), se distingue por sus colonias, inicialmente se ven como una superficie lisa, pero la formación de esporas aéreas a través del tiempo, permite observarlas ligeramente algodonosas. (Rifai, 1969).



Figura 3. *T. koningii*.



Crecimiento de *T. koningii* después de 6 días de incubación en caja petri.

Fuente: Laboratorio de Bioinsumos MAGAP- Pamar Chacrín 2015

T. koningii tiene propiedades antimicrobianas de amplio espectro, puesto que en varios reportes se pudo observar la presencia de trichoconinas a partir de este cepa de hongo, pudiendo usarse como biocontrolador en el suelo y ser incorporado en diferentes ecosistemas agrícolas (Landreau et al, 2002), además se ha podido demostrar que el incremento en la productividad de un cultivo en el campo puede superar el 300% después de haber aplicado *T. koningii* y *T. hamatum*. (Benítez et al, 2004)

Ensayos realizados con *T. koningii* en *Solanum lycopersicum* L. (tomate de mesa), *Zea mays* (maíz) y *Nicotiana tabacum* (tabaco), demostraron porcentajes altos de emergencia de sus semillas, además un aumento del peso seco de raíz y tallo en comparación con su testigo (Windham et al, 1986), *T. koningii*, *T. viride*, *T. harzianum*, *T. hamatum* y otras especies, presentan propiedades asociadas con el incremento de los porcentajes de crecimiento y desarrollo de las plantas, además se incluye la habilidad de producir raíces robustas y profundas, pudiendo ayudar a cultivos ornamentales, maíz y pastos y con ello ser más resistentes a sequías. (Harman, 200), En un ensayo realizado en *Abelmoschus esculenta* (Okra), se evidencia que *T. koningii* tiene resultados significativos al ser comparado con el tratamiento control, siendo un tratamiento eficaz para mejorar el porcentaje de germinación. (Mukhtar, 2008)



CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. El área de estudio.

El ensayo se realizó en la finca del Sr. Luis Villa, productor agroecológico del sector de Parculoma, parroquia urbana del cantón Gualaceo, Azuay, Ecuador (Anexo 1), su propiedad se ubica en las siguientes coordenadas UTM: latitud 745286 y longitud 9680223, y una altura de 2.407 msnm.

Se construyó un umbráculo (Figura 4) de 8 metros de largo x 4 metros de ancho y 2,20 metros de altura, ensamblado de madera, con cubierta de plástico transparente y sarán al 50%, este último también sirvió para conformar las paredes del umbráculo, con esto se disminuyó el ingreso de luz y agentes extraños al interior. Dentro del mismo se colocó un higrómetro- termómetro, el cual registró los datos de humedad relativa y temperatura ambiental (Anexo 2).

También se instaló un sistema de riego, donde se ubicó microjets de baja presión en la parte superior del umbráculo, los cuales distribuyeron el agua en forma de lluvia, para lo cual se programaron ciclos de riego pasando un día y se descargó 10 mm de agua, con ello se proporcionó la humedad necesaria para el desarrollo del cultivo.

Figura 4. Umbráculo



Umbráculo que sirvió para el alojo del estudio, en él se instaló sarán al 50% de sombra.

Fuente: F. Arias, 2015.

Dentro del umbráculo se establecieron dos platabandas para el alojamiento de las unidades experimentales, sus dimensiones fueron de 6 m de largo por 1 m

de ancho cada una, separadas por camineras de 0,75 m que permitieron la circulación normal de personas y herramientas dentro del mismo.

3.2. Material Vegetal

Las estacas usadas para este ensayo, se obtuvieron de clones de una selección local de mora de castilla (Figura 5) conservada en la colección del INIAP, de estas se escogieron ramificaciones secundarias que ya fructificaron; para esto se usó una tijera de podar, previamente desinfectada en una solución de alcohol al 70% (alcohol potable), los cortes se realizaron en la parte media de las ramas, obteniendo estacas con 5 yemas axilares con una longitud de 30 cm. aproximadamente y un ancho de 7 a 10 mm, realizando un corte en bisel en la parte superior; con el fin de evitar la pérdida de humedad de las estacas, esta actividad se realizó en las primeras horas de la mañana, conservando las ramillas en papel periódico y conservándolas bajo sombra. En total se obtuvieron 1080 estacas.

Figura 5. Selección de Plantas Madre



Selección de ramas secundarias ya fructificadas de plantas madre, para la obtención de estacas de mora de castilla que fueron usadas en el ensayo.

Fuente: F. Arias, 2015.

Las estacas de mora se sometieron a un tratamiento de inmersión con Caldo Bordelés al 80%, en una dosis de 1g/l de agua, dicho producto se usó como fungicida y bactericida de contacto para la posterior inoculación de las estacas, para esto se formaron grupos de 30 estacas.

3.3. Sustrato.



Para el estudio se usó un sustrato común (arena de río), previamente tamizado con el fin de que el material usado sea uniforme y con ello se evitó la presencia de partículas extrañas dentro del ensayo; de este se obtuvo una muestra representativa de 1 kg y se envió a los laboratorios del INIAP para su análisis correspondiente (Anexo 3), del cual se obtuvo los siguientes resultados físicos (Tabla 1) y químicos (Tabla 2).

Tabla 1. Resultados del Análisis Físico del Sustrato

Parámetro analizado	Unidad	Resultado	Óptimo
Textura	%	100	-
Conductividad Eléctrica	dS/m	0,69	< 1,5
Materia Orgánica	%	1,36	-

Fuente: INIAP, 2015.
Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 2. Resultados del Análisis Químico del Sustrato

Parámetro analizado	Unidad	Resultado	Óptimo Mora
pH		7,7	5,5 - 6,5
Nitrógeno (N) asimilable	ppm	11,74	-
Fósforo (P2O5)	ppm	19,87	10 - 40
Potasio (K2O)	meq/100mL	0,37	0,2 - 1,5
Calcio (CaO)	meq/100mL	11,05	4 - 20
Magnesio (MgO)	meq/100mL	1,26	1 - 10
Zinc (Zn)	ppm	4,4	3 - 15
Cobre (Cu)	ppm	4,8	1 - 20
Hierro (Fe)	ppm	16,1	10 - 50
Manganese (Mn)	ppm	5,8	5 - 50
Relación Calcio/Magnesio (Ca/Mg)	meq/100mL	8,77	2 - 5
Relación Magnesio/ Potasio (Mg/K)	meq/100mL	3,41	2,5 - 15
Relación (Calcio + Magnesio) / Potasio	meq/100mL	33,27	10 - 40

Fuente: INIAP, 2015, Castro & Cerdas 2005
Elaboración: Arias, F. 2015.

Los valores arrojados por los análisis del sustrato al ser comparados con los valores óptimos para el cultivo de mora sugeridos por Castro & Cerdas, (2005), se encontraron dentro de los niveles normales para el desarrollo radicular,

considerando que los valores de materia orgánica fueron muy bajos, esto se debe a que es una característica habitual del sustrato usado, además se registró un pH de 7,7; que aunque no es el óptimo para el cultivo, este se acercó al valor neutro pudiendo no afectar el desarrollo radicular de las especies de hongos inoculados.

Posteriormente a esto se desinfectó el sustrato (arena de río) realizando dos procedimientos: solarización (Figura 6) y la técnica del agua hirviendo.

Figura 6. Tamizado y tratamiento de Solarización del Sustrato



Arena tamizada con zaranda, para posterior desinfección mediante proceso de solarización.

Fuente: F. Arias, 2015.

Para la solarización se tamizó el sustrato (arena), tendiendo una capa de 5 mm de grosor sobre un plástico negro, luego se lo cubrió con otro transparente y se oreó por efecto del sol durante 4 semanas; posterior a esto se realizó una nueva esterilización usando la técnica del agua hirviendo, donde se aplicó al sustrato ya seco, cantidades suficientes de agua hervida previamente preparada y se la cubrió nuevamente con plástico, lo cual ayudó a mantener una alta temperatura por mayor tiempo.

Para mantener la independencia de los tratamientos, se individualizó cada una de las muestras experimentales: para esto se procedió a enfundar (Figura 7) el sustrato en bolsas plásticas de 9x12 cm, y se obtuvo un volumen de llenado de

550 cc de arena, este procedimiento se lo hizo posterior a la esterilización del sustrato, y se llenaron 1080 bolsas que sirvieron para el estudio.

Figura 7. Enfundado.



Enfundado del sustrato previamente desinfectado que sirvió para la siembra de estacas de mora inoculadas con los tratamientos propuestos.

Fuente: F. Arias, 2015.

3.4. Inoculación de especies de *Trichoderma*.

Para la presente investigación, se usaron especies de *Trichoderma* (*T. harzianum* y *T. koningii*) con una concentración de $1,96 \times 10^7$ esporas/ml (Anexo 4), provenientes del Laboratorio Artesanal de Bioinsumos de la Asociación de Desarrollo Social de PAMAR CHACRIN - MAGAP, ubicado en la parroquia de San Bartolomé del cantón Sigsig.

Por recomendación de laboratorio artesanal, se aplicó una dosis 20 cc/l (cepa/agua) (Anexo 5), y para el ácido alfa-naftalenoacético (ANA, Hormonagro, Equaquímica) se usó el método B indicado por el fabricante, que consiste en mezclar una parte del producto por 30 partes de agua (Anexo 6) lo que correspondió a una dosis de 3,3 gr/l, además se consideró usar un mecanismo común de inoculación para todos los tratamientos, donde se remojó hasta la altura de la segunda yema de cada estaca durante 16 horas a todos los grupos de estacas con su tratamiento correspondiente.



3.5. Siembra de Estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla).

Posterior a la inoculación, se procedió a la siembra (Figura 8), las estacas se colocaron inmediatamente en el sustrato enfundado, cuidando que no se haya formado bolsas de aire, ya que pudieran afectar el enraizamiento. En la siembra de las estacas se enterraron las 2 yemas antes inoculadas para obtener raíces, mientras que las 3 yemas restantes de la parte aérea sirvieron para constituir el follaje de las nuevas plantas. Para una mejor distribución se formaron 36 lotes de 30 fundas sembradas con estacas, así se conformó los lotes experimentales con sus respectivas repeticiones, la distribución de los lotes fue por permutación (Anexo 7) y fueron identificados con rótulos plastificados con información de cada unidad experimental.

Figura 8. Siembra de Estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla).



Siembra de estacas de Mora de Castilla previamente inoculadas con sus tratamientos, en arena de río como sustrato común.

Fuente: F. Arias, 2015.

3.6. Metodología para la investigación experimental:

El experimento fue llevado a cabo empleando un Arreglo Factorial de $2 \times 5 + 2$, distribuido Completamente al Azar: 2 (cepas de Trichoderma) \times 5 (dosis)+ 2 (Testigos) / (12 tratamientos), con 3 repeticiones; cada unidad experimental consta de un grupo de 30 plantas dispuestas en fundas plásticas previamente llenadas con un sustrato común (arena de río), y dos testigos planteados: ácido alfa-naftalenoacético ANA (dosis comercial del producto Hormonagro al 5%) y testigo absoluto (agua).



Las mediciones se realizaron a 45, 60 y 75 días después de la siembra, donde se valoraron las variables: longitud, número y peso seco de raíces, además del número de brotes con una hoja.

El análisis se realizó con un ANOVA para evaluar las variables dependientes, además de comparaciones ortogonales para observar el comportamiento de las mismas. Para la aleatorización se usó la permutación por sorteo.

3.6.1. Factores de estudio.

Factor A: Especies de *Trichoderma* como sustancia enraizante y testigos.

A1: *Trichoderma harzianum*

A2: *Trichoderma koningii*

A3: Ácido alfa-naftalenoacético (ANA)

A4: Testigo absoluto

Factor B: Dosis de aplicación.

B1: Menos el 50 % de la dosis recomendada

B2: Menos el 25% de la dosis recomendada

B3: Dosis recomendada

B4: Más el 25 % de la dosis recomendada

B5: Más el 50% de la dosis recomendada

B7: 1 parte ANA / 30 partes de agua

B8: Agua

3.6.2. Tratamientos.

Los tratamientos fueron 12, resultantes de la combinación de los factores A y los factores B, más la inclusión de un tratamiento de control positivo (ácido alfa-naftalenoacético) y un control negativo (agua), con lo que se obtuvo un total de 36 unidades experimentales (Tabla 3).

**Tabla 3. Distribución de Tratamientos**

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1+B1	<i>T. harzianum</i> menos el 50% de la dosis normal
T2	A1+B2	<i>T. harzianum</i> menos el 25% de la dosis normal
T3	A1+B3	<i>T. harzianum</i> dosis recomendada
T4	A1+B4	<i>T. harzianum</i> más el 25% de la dosis normal
T5	A1+B5	<i>T. harzianum</i> más el 50% de la dosis normal
T6	A2+B1	<i>T. koningii</i> menos el 50% de la dosis normal
T7	A2+B2	<i>T. koningii</i> menos el 25% de la dosis normal
T8	A2+B3	<i>T. koningii</i> dosis recomendada
T9	A2+B4	<i>T. koningii</i> más el 25% de la dosis normal
T10	A2+B5	<i>T. koningii</i> más el 50% de la dosis normal
T11	Hormona Comercial	acido alfa-naftalenoacético (Hormonagro)
T12	Testigo absoluto	agua

Elaboración: Arias, F. 2015.

3.6.3. Especificación de la unidad experimental.

- Número de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 36

Características de la Parcela:

- Área total del ensayo: 32 m²
- Área de la parcela neta: 16 m²
- Distancia entre bloques: 10 cm
- Número de hileras: 4
- Número de plantas por bloque: 30
- Número de plantas en el ensayo: 1080

3.7. Análisis Estadístico.

Los resultados obtenidos, fueron analizados a través de la aplicación de Software especializados como: Infostat, IBM SPSS Statistics 22.0 y Microsoft Office Excel 2010, y para este estudio se definieron los siguientes:



- Análisis de Univarianza ANOVA.
- Coeficiente de Variación (CV).
- Comparaciones Ortogonales entre tratamientos

3.8. Registro de Datos

Al cumplir los plazos establecidos para el análisis (45, 60 y 75 días), se procedió a la extracción manual de las estacas, las cuales fueron lavadas con agua destilada, secadas a la sombra e identificadas individualmente para la toma de datos. Del universo de estacas de mora de castilla sembradas, se registraron solamente aquellas que presentaron sistema radicular y/o presencia de brotes con hojas; para la variable longitud de la raíz se realizaron mediciones desde la base de la raíz hasta su ápice usando un calibrador pié de rey y una cinta métrica; para el número de raíces y brotes se contó todas las raíces y brotes observados sin importar su grosor. En el caso de peso seco, las raíces fueron enviadas al laboratorio de la Universidad de Cuenca, donde se secaron mediante una estufa a una temperatura de 65º C por 72 horas, posteriormente se pesó en una balanza digital. Todos los datos obtenidos se registraron en una matriz previamente diseñada (Anexo 8).



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación, se basaron en datos obtenidos en mediciones a los 45, 60 y 75 días. Acotando que para la presentación gráfica de los resultados, los datos fueron transformados a logaritmos naturales para las variables: longitud de la raíz, número de raíces y peso seco de la raíz. Al final, se presenta el comportamiento de cada variable en función del tiempo.

4.1 Resultado 1. Longitud de la Raíz.

A los 45 días, las medias de los tratamientos (Tabla 4) demostraron que no existió diferencias entre las dosis y especies de *Trichoderma* cuando fueron comparados con los testigos: agua y ANA, debido a que estos presentaron valores similares. El coeficiente de variación reveló variabilidad entre los tratamientos por lo que se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas. (Tabla 5), la misma que indicó significancia entre sus varianzas, por lo que no se pudo realizar el análisis ANOVA y prueba de contrastes entre tratamientos para esta variable a los 45 días.

Tabla 4. Resultados longitud de la raíz a los 45 días

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	20	90,90	52,79	11,8	58,07	2	165
Harzianum -25%	10	23,80	32,19	10,2	135,3	1	92
Harzianum normal	8	36,13	32,9	11,6	91,07	3	86
Harzianum +25%	10	12,20	20,94	6,62	171,6	2	71
Harzianum +50%	11	57,18	44,98	13,6	78,66	7	136
Koningii -50%	17	44,47	30,85	7,48	69,37	6	112
Koningii -25%	18	50,22	45,27	10,7	90,14	2	173
Koningii normal	16	41,00	39,63	9,91	96,66	2	144
Koningii +25%	10	45,70	50,96	16,1	111,5	2	148
Koningii +50%	10	25,40	29,58	9,35	116,4	2	84
ANA	13	62,38	68,29	18,9	109,5	2	166
Testigo (agua)	9	35,67	36,91	12,3	103,5	2	113

Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 5. Prueba de homogenización de varianzas para longitud de raíz a los 45 días.

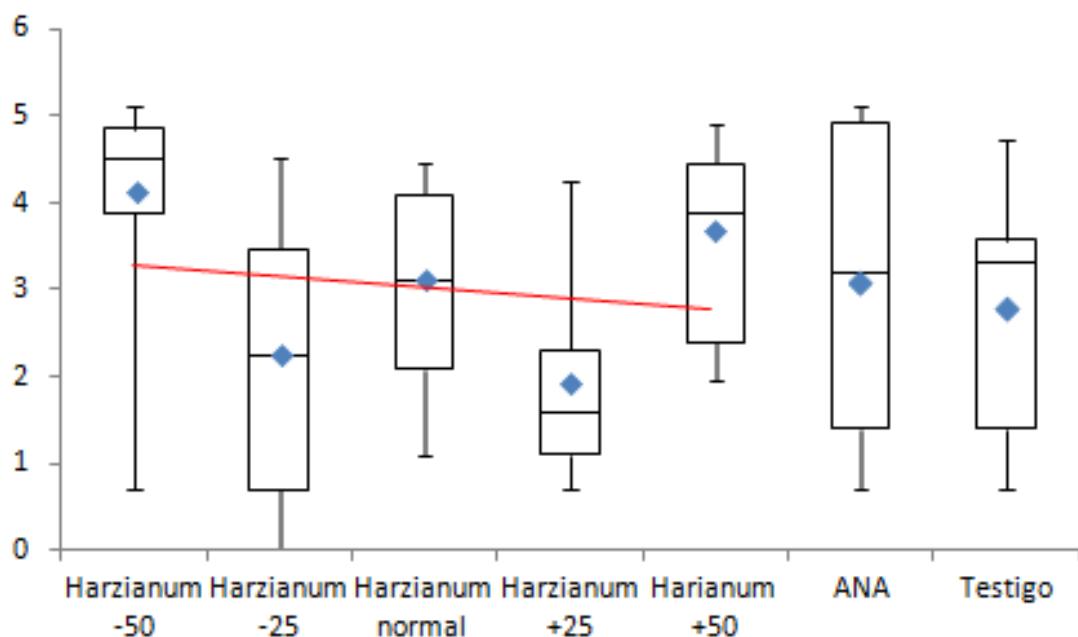
Longitud de Raíz a 45 días

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
7,390	3	148	,000120

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se comparó el comportamiento de las especies de *T. harzianum* (Figura 9) con los tratamientos testigos: agua y ANA, donde se pudo observar que no existió diferencia, puesto que la línea de tendencia de *T. harzianum* se encontró en el mismo rango de los tratamientos de control, demostrando así similitud en sus resultados.

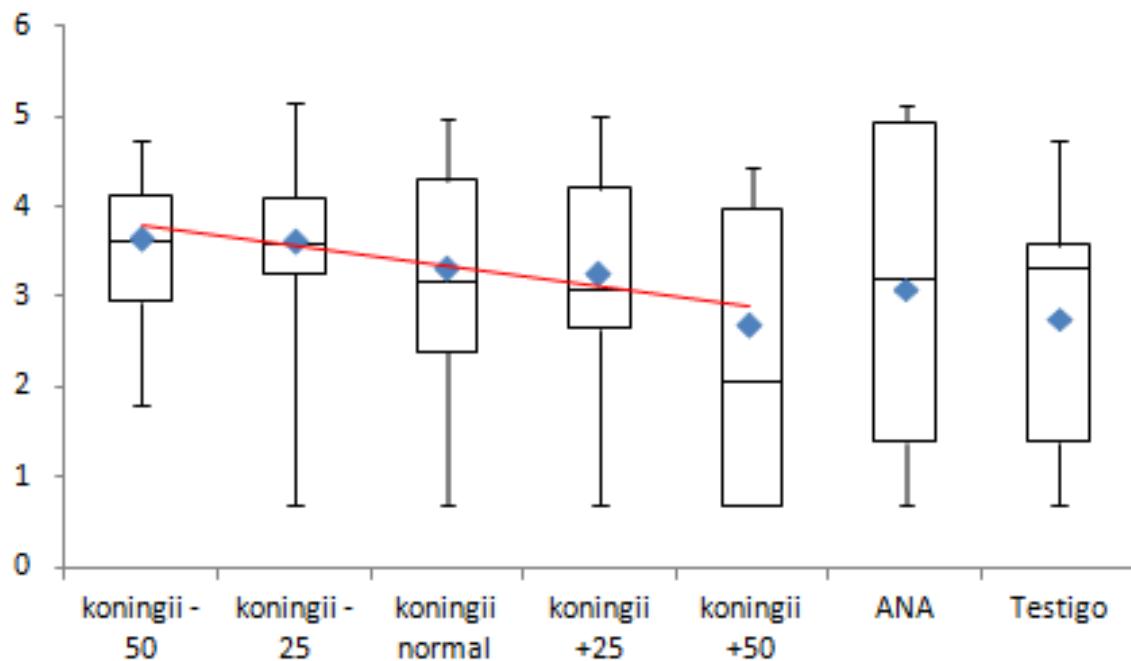
Figura 9. Longitud de la raíz a los 45 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Con respecto a los resultados obtenidos por la especie *T. koningii* (Figura 10), gráficamente se comparó con los tratamientos testigos: agua y ANA; estos tampoco presentaron diferencias, tal como sucedió con los resultados de la especie anterior.

Figura 10. Longitud de la raíz a los 45 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 60 días las medias de los tratamientos demostraron que no existió diferencia entre dosis y especie de *Trichoderma* cuando se comparó con los tratamientos testigos: agua y ANA (Tabla 6), ya que presentaron valores muy similares. El ANOVA correspondiente (Tabla 7) nos demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre sus varianzas, por lo que la respuesta de *Trichoderma* en comparación con los testigos fue muy similar.

**Tabla 6. Resultados longitud de la raíz a los 60 días**

Tratamiento	n	Media	D.E.	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	22	88,23	52,34	11,16	59,32	12	184
Harzianum -25%	16	55,00	51,94	12,99	94,44	11	206
Harzianum normal	8	36,13	42,66	15,08	118,09	12	140
Harzianum +25%	4	32,50	31,82	15,91	97,90	14	80
Harzianum +50%	15	106,40	57,20	14,77	53,76	15	234
Koningii -50%	12	73,75	56,43	16,29	76,51	11	200
Koningii -25%	11	91,64	56,80	17,12	61,98	15	191
Koningii normal	17	85,24	58,80	14,26	68,99	16	199
Koningii +25%	18	79,44	57,66	13,59	72,58	14	181
Koningii +50%	12	64,75	59,70	17,23	92,20	16	204
ANA	15	77,27	46,22	11,93	59,82	14	146
Testigo (agua)	10	60,6	42,18	13,34	69,6	16	126

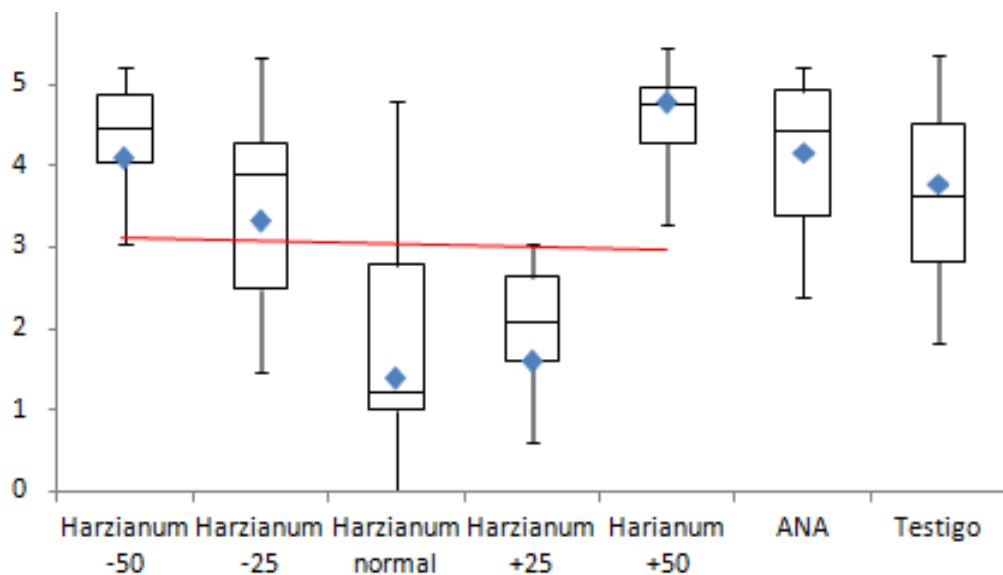
Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 7. ANOVA Longitud de raíz a 60 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6734,845	3	2244,948	0,621	0,602
Dentro de grupos	563552,5	156	3612,516		
Total	570287,4	159			

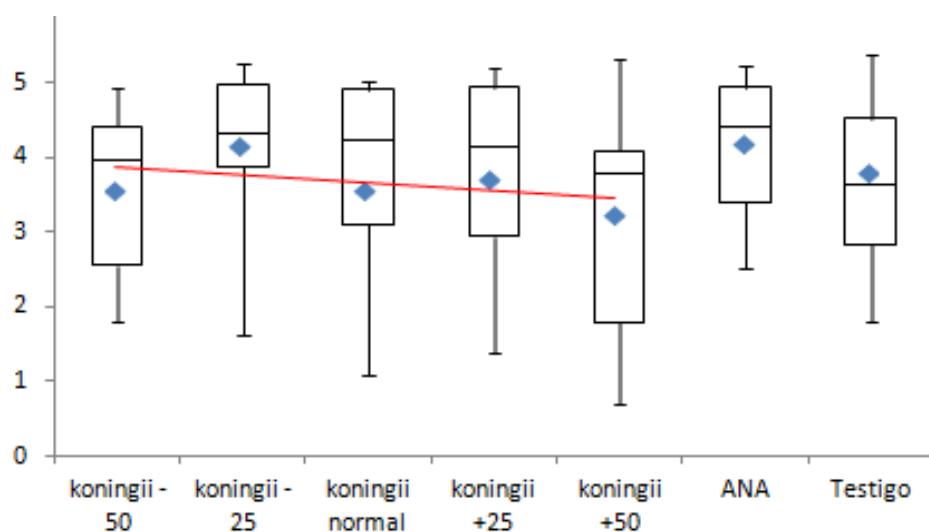
Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se comparó el comportamiento de las especies de *T. harzianum* (Figura 11) con los tratamientos testigos: agua y ANA, en el cual se notó que no existió diferencia, tal como lo describió el ANOVA y tal como lo indicó la línea de tendencia dentro del gráfico, por lo que la respuesta al inducir especies de *T. harzianum* versus el ácido alfa-naftalenoacético y agua es similar.

Figura 11. Longitud de la raíz a los 60 días (*T. harzianum* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.

De igual manera se observó que los resultados que obtuvieron las dosis de la especie *T. koningii* (Figura 12), cuando se compararon con los tratamientos testigos: agua y ANA, no presentaron diferencias, tal como sucedió con los resultados de la especie anterior.

Figura 12. Longitud de la raíz a los 60 días (*T. koningii* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.



Se contrastaron los tratamientos (Tabla 8), y se observó que las dos especies: *T. harzianum* y *T. koningii*, no fueron superiores a los testigos: agua y ANA, ni tampoco entre ellos, ya que se compararon sus varianzas y se demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 8. Prueba de contraste entre tratamientos para longitud raíz a 60 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	-4,87	9,49	799,82	1	799,82	0,26	0,6084
harzianum vs. agua	13,80	18,71	1650,48	1	1650,48	0,54	0,4619
harzianum vs. ANA	-2,87	15,78	100,15	1	100,15	0,03	0,8561
koningii vs. agua	18,67	18,62	3050,44	1	3050,44	1,01	0,3176
koningii vs. ANA	2,00	15,67	49,65	1	49,65	0,02	0,8984

Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 75 días, la variable longitud de raíz (Tabla 9) nos reveló de igual manera lo sucedido en las mediciones anteriores, puesto que las medias de los tratamientos con las dos especies de *Trichoderma* no fueron diferentes a aquellos valores de las medias de los tratamientos de control. Además esto se comprobó con el análisis ANOVA (Tabla 10), pues sus varianzas no presentaron diferencia significativa.

Tabla 9. Resultados longitud de la raíz a los 75 días

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	25	91,56	74,2	14,8	81,04	2	238
Harzianum -25%	13	82,46	67,66	18,8	82,05	1	201
Harzianum normal	12	65,58	58,01	16,8	88,45	10	202
Harzianum +25%	10	60,00	48,38	15,3	80,64	4	148
Harzianum +50%	18	100,7	73,82	17,4	73,33	2	285
Koningii -50%	17	82,24	60,41	14,7	73,46	2	189
Koningii -25%	24	68,21	51,04	10,4	74,82	6	165
Koningii normal	11	101,3	62,76	18,9	61,97	34	210
Koningii +25%	12	79,83	70,67	20,4	88,52	5	237
Koningii +50%	11	56,27	49,36	14,9	87,72	3	147
ANA	13	90,92	46,82	13	51,49	12	152
Testigo (agua)	12	62,42	49,25	14,2	78,91	2	134

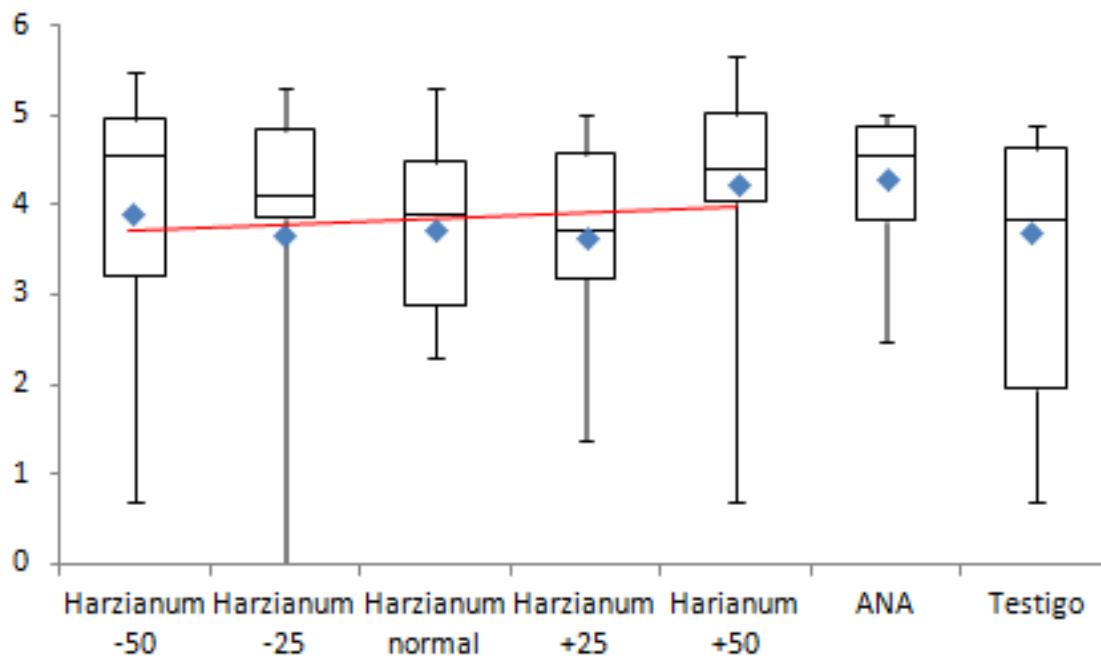
Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 10. ANOVA longitud de la raíz a los 75 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8302,151	3	2767,384	,713	,545
Dentro de grupos	675396,658	174	3881,590		
Total	683698,809	177			

Elaboración: Arias, F. 2015.

Se comprobó gráficamente lo expuesto anteriormente. La línea de tendencia que presentaron los resultados obtenidos para la cepa de *T. harzianum* (Figura 13), no fueron diferentes de los que presentaron los tratamientos de control.

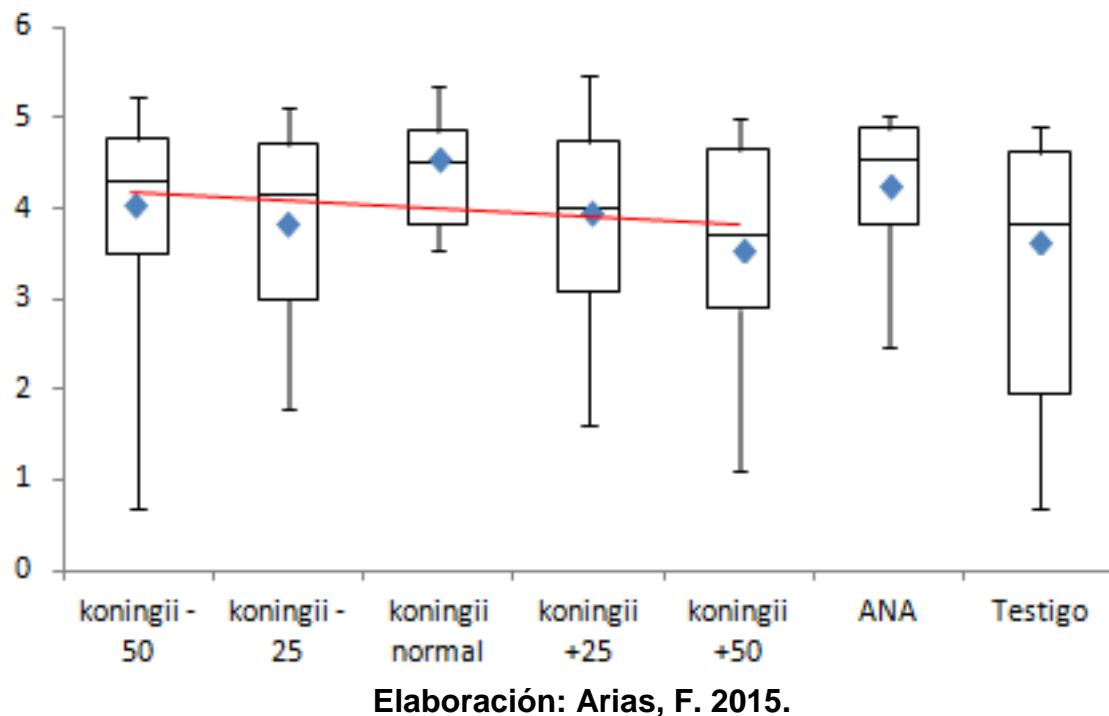
Figura 13. Longitud de la raíz a los 75 días (*T. harzianum* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.

De igual manera se observó también que el gráfico de los resultados de *T. koningii* (Figura 14), a los 75 días después de la siembra no fueron diferentes que los testigos, la línea de tendencia de la dosis de la especie y las medias de los tratamientos de control, se ubicaron dentro del mismo rango.



Figura 14. Longitud de la raíz a los 75 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

También se realizó la prueba de contrastes (Tabla 11), donde se comparó las varianzas de los tratamientos, tanto entre especies y estas con los tratamientos de control: agua y ANA, sus resultados indicaron que no existió diferencia estadísticamente significativa.

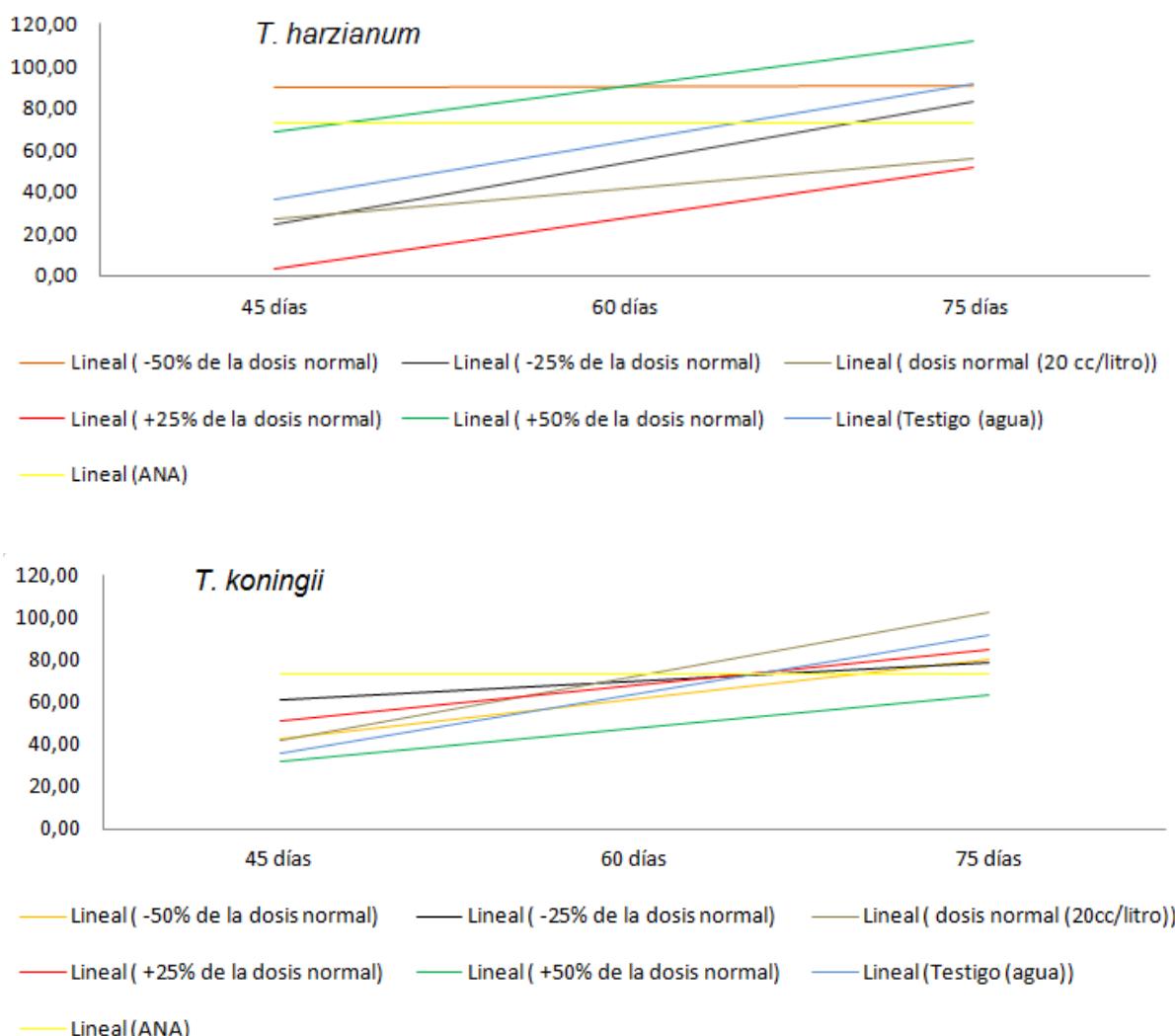
Tabla 11. Prueba de contraste entre tratamientos para longitud raíz a 75 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	7,76	9,94	2300,00	1,00	2300,00	0,61	0,4364
harzianum vs. agua	21,69	19,06	4890,89	1,00	4890,89	1,29	0,2569
harzianum vs. ANA	-6,82	18,42	518,36	1,00	518,36	0,14	0,7116
koningii vs. agua	13,93	19,11	2007,36	1,00	2007,36	0,53	0,4671
koningii vs. ANA	-14,58	18,47	2354,09	1,00	2354,09	0,62	0,4311

Elaboración: Arias, F. 2015.

Se analizó la tendencia de los tratamientos en el tiempo, las dosis de las especies *T. harzianum* y *T. koningii* vs. los tratamientos de control (Figura 15) mantuvieron un comportamiento ascendente muy similar, con excepción del tratamiento ácido alfa-naftalenoacético (ANA) y *T. harzianum* -50% de la dosis normal, los cuales se presentaron de forma estable y de forma continua durante todo el ensayo, además se confirmó lo dicho anteriormente, puesto que todos los tratamientos estuvieron dentro del rango y no existió uno de ellos que se haya destacado sobre los demás.

Figura 15. Longitud de la raíz en estacas de mora de castilla inoculadas con *T. harzianum* y *T. koningii* a 45, 60 y 75 días después de la siembra.



Elaboración: Arias, F. 2015.



4.2. Resultado 2. Número de raíces

A los 45 días los valores de las medias de los tratamientos (Tabla 12), presentaron similitud en sus resultados, puesto que todos ellos estuvieron dentro del mismo rango. El ANOVA (Tabla 13) realizado para esta variable, demostró que no existió diferencia significativa entre sus tratamientos, lo que indicó que las dosis de *Trichoderma* en sus dos especies no fueron mejores que los tratamientos de control.

Tabla 12. Resultados número de raíces a los 45 días

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	20	8,80	6,12	1,37	69,52	1	30
Harzianum -25%	9	4,22	2,99	1,00	70,83	1	10
Harzianum normal	8	4,75	3,24	1,15	68,22	1	10
Harzianum +25%	10	3,50	4,30	1,36	122,9	1	14
Harzianum +50%	11	9,27	7,09	2,14	76,42	1	25
Koningii -50%	17	7,24	4,13	1,00	57,10	1	18
Koningii -25%	18	8,50	7,10	1,67	83,51	2	26
Koningii normal	16	9,81	9,79	2,45	99,80	1	34
Koningii +25%	10	7,70	5,46	1,73	70,88	2	20
Koningii +50%	10	6,5	7,18	2,27	110,5	1	18
ANA	13	6,85	5,05	1,4	73,72	1	15
Testigo (Agua)	9	5,33	3,32	1,11	62,19	1	10

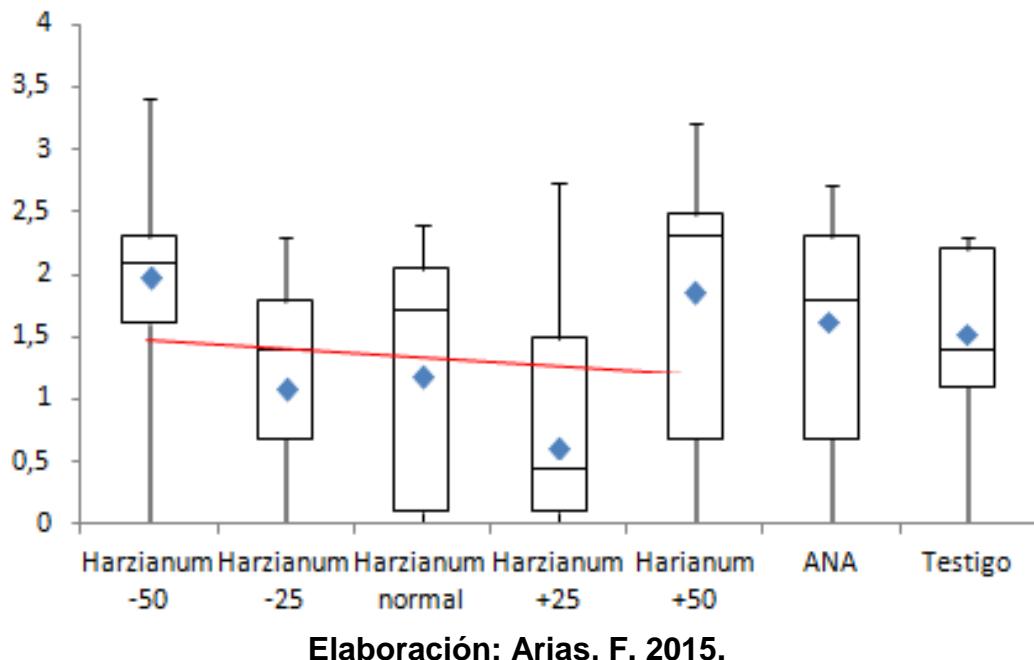
Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 13. ANOVA número de raíces a los 45 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	103,159	3	34,386	,893	,446
Dentro de grupos	5658,019	147	38,490		
Total	5761,179	150			

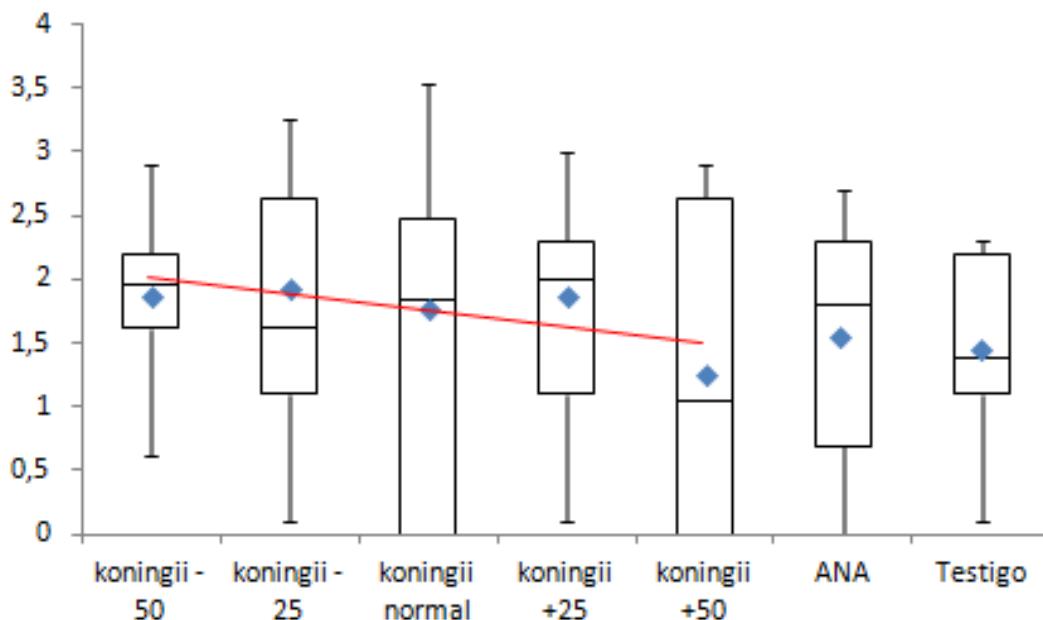
Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se pudo observar que las dosis de *T. harzianum* a través de su línea de tendencia (Figura 16), se encontró en el mismo rango de las medias de los tratamientos de control, lo que indicó que sus valores fueron similares y no existió diferencia entre ellos.

Figura 16. Número de raíces a los 45 días (*T. harzianum* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente *T. koningii* (Figura 17), presentó el mismo comportamiento, la línea de tendencia de sus dosis se ubicó dentro del rango donde estuvieron los valores de las medias de los testigos, con ello se pudo observar similitud en los resultados y tampoco existió diferencia alguna entre ellos.

Figura 17. Número de raíces a los 45 días (*T. koningii* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.



Se realizó las comparaciones ortogonales (Tabla 14) para los tratamientos, en donde se observó que no existió diferencia entre las especies de *Trichoderma*, ni tampoco cuando fueron comparadas con los tratamientos testigos, los valores obtenidos confirmaron que no existió diferencia significativa para ninguno de los casos.

Tabla 14. Prueba de contraste entre tratamientos para número de raíces a 45 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	-1,39	1,10	61,83	1,00	61,83	1,61	0,2070
harzianum vs. agua	1,37	2,22	14,70	1,00	14,70	0,38	0,5375
harzianum vs. ANA	-0,14	1,90	0,210	1,00	0,210	0,01	0,9418
koningii vs. agua	2,77	2,20	61,08	1,00	61,08	1,59	0,2098
koningii vs. ANA	1,25	1,87	17,24	1,00	17,24	0,45	0,5044

Elaboración: Arias, F. 2015.

Los datos que se obtuvieron para esta variable a los 60 días después de la siembra (Tabla 15), demostraron que no tuvieron diferencia entre tratamientos, ya que todos ellos se encontraron dentro del mismo rango, además los coeficientes de variación indicaron variabilidad, por lo que fue necesario realizar una prueba de homogeneidad de varianzas (Tabla 16), la misma indicó que existió significancia, por lo que no se pudo realizar un análisis ANOVA ni la prueba de comparaciones ortogonales para esta variable.

Tabla 15. Resultados número de raíces a los 60 días

Tratamiento	n	Media	D.E.	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	22	11,32	6,74	1,44	59,57	2	25
Harzianum -25%	16	8,00	6,11	1,53	76,38	1	17
Harzianum normal	8	7,13	5,33	1,88	74,81	2	15
Harzianum +25%	4	3,50	1,00	0,50	28,57	2	4
Harzianum +50%	15	14,73	13,27	3,43	90,10	3	53
Koningii -50%	12	6,83	4,86	1,40	71,10	1	16
Koningii -25%	11	7,27	4,03	1,21	55,37	2	14
Koningii normal	17	9,29	5,85	1,42	62,94	2	21
Koningii +25%	18	7,89	4,87	1,15	61,78	2	20
Koningii +50%	12	8,42	6,95	2,01	82,54	2	21
ANA	15	8,87	5,68	1,47	64,06	1	23
Testigo (agua)	10	8,80	7,60	2,40	86,34	1	21

Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 16. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de raíces a los 60 días.

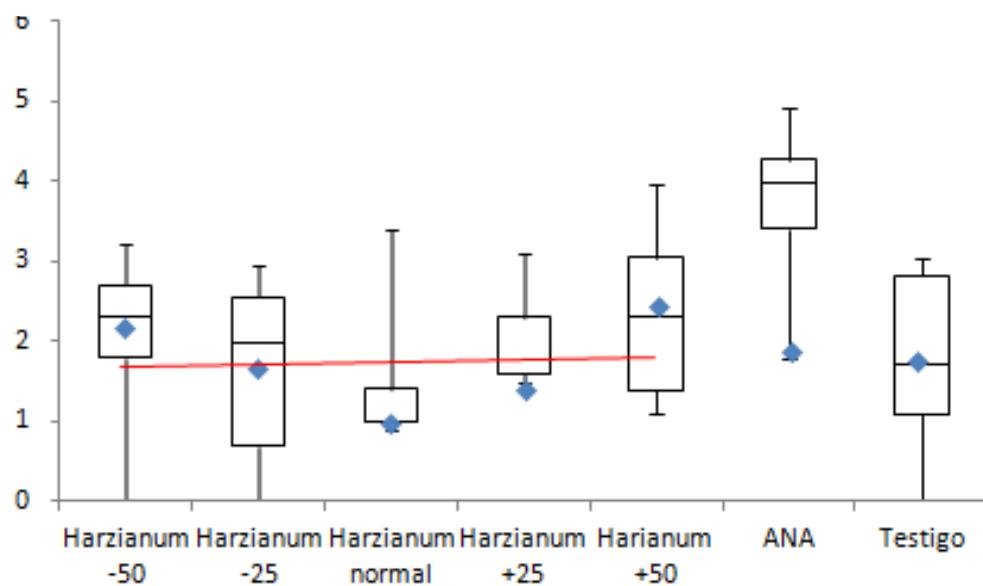
NumRaíz 60

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
3,771	3	156	,012

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se observó el comportamiento de *T. harzianum* en comparación con los tratamientos testigos (Figura 18), se pudo notar que no es diferente a los tratamientos de control: agua y ANA, pues cuando se comparó la línea de tendencia de la especie y las medias de los testigos, estos se encontraron dentro del mismo rango.

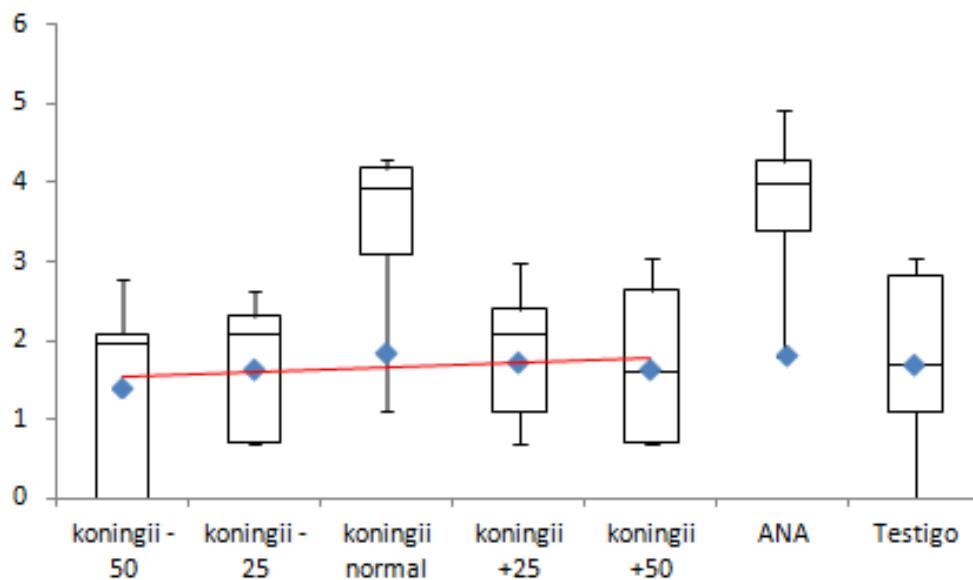
Figura 18. Número de raíces a los 60 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

En el caso de *T. koningii* (Figura 19), se observó que sus resultados tampoco fueron diferentes a los obtenidos por los tratamientos testigos: agua y ANA, al igual que *T. harzianum*, sus resultados también se encontraron dentro del mismo rango y fueron muy similares.

Figura 19. Número de raíces a los 60 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 75 días, los valores de sus medias obtenidas para esta variable (Tabla 17), no fueron diferentes para ninguno de los tratamientos. Además se observó que el coeficiente de variación de las especies de *Trichoderma* y los tratamientos testigos demostraron variabilidad, por lo que se realizó una Prueba de Homogeneidad (Tabla 18), en ella se observó que existió significancia para esta prueba, por lo que no se pudo realizar el análisis de ANOVA ni una prueba de comparaciones ortogonales para esta variable.

**Tabla 17. Resultados número de raíces a los 75 días**

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	25	11,00	8,89	1,78	80,80	1	31
Harzianum -25%	13	11,15	8,17	2,27	73,28	2	27
Harzianum normal	12	10,33	7,11	2,05	68,84	2	20
Harzianum +25%	10	10,30	7,53	2,38	73,09	1	26
Harzianum +50%	18	8,22	4,58	1,08	55,74	2	20
Koningii -50%	17	10,71	4,79	1,16	44,77	4	19
Koningii -25%	24	7,25	4,42	0,90	60,91	1	18
Koningii normal	11	10,55	5,91	1,78	56,00	1	19
Koningii +25%	12	7,42	5,12	1,48	69,10	2	19
Koningii +50%	11	7,82	6,13	1,85	78,39	1	19
ANA	12	8,67	6,37	1,84	73,53	1	24
Testigo (agua)	13	6,15	3,26	0,90	53,01	2	13

Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de raíces a los 75 días.

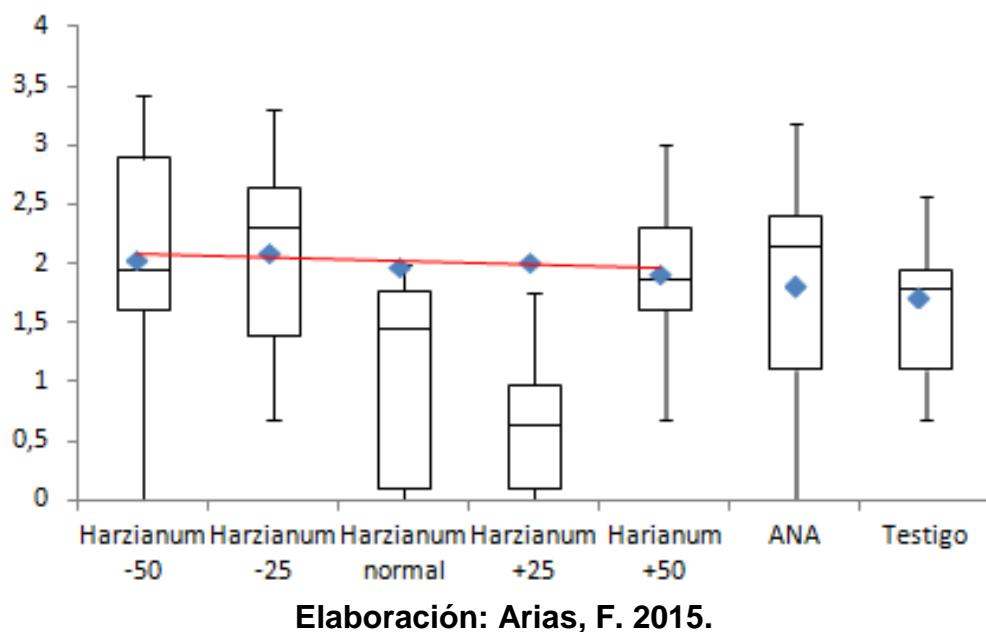
Número de Raíces a 75 días

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
5,206	3	174	,002

Elaboración: Arias, F. 2015.

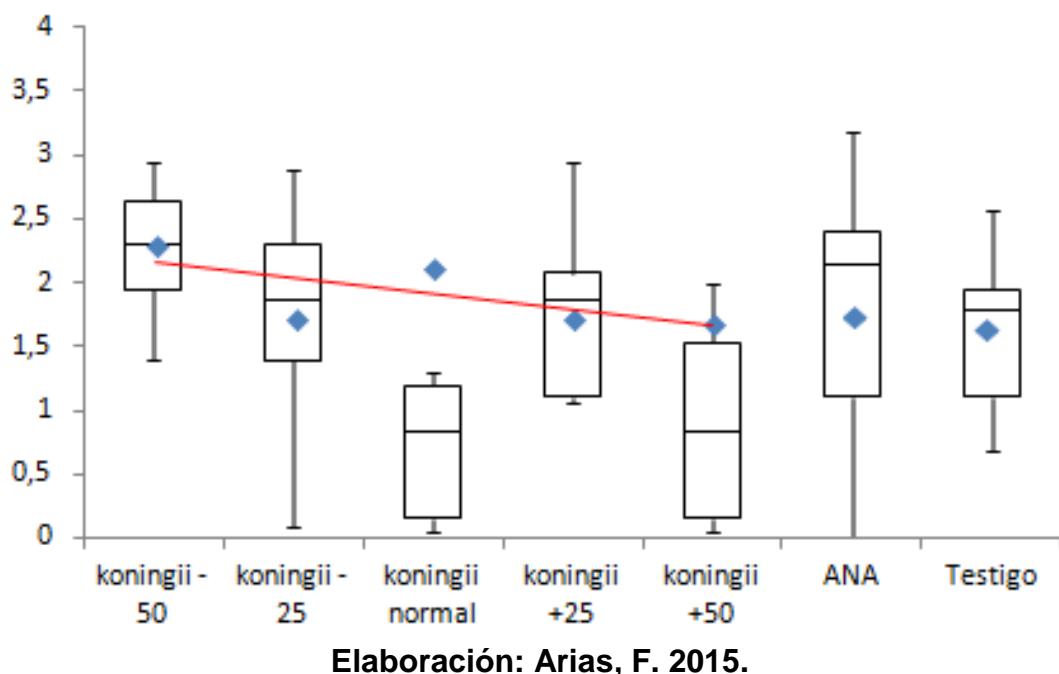
Gráficamente se pudo observar que los valores de las dosis de *T. harzianum* (Figura 20) y *T koningii* (Figura 21) fueron similares a las obtenidas por los tratamientos de control: agua y ANA, las líneas de tendencia de las dosis de cada especie se encontraron dentro del mismo rango que los valores presentados por las medias de los tratamientos testigos, confirmando lo dicho anteriormente que no existe diferencia estadísticamente significativa y con ello se encontró similitud entre sus valores.

Figura 20. Número de Raíces a los 75 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

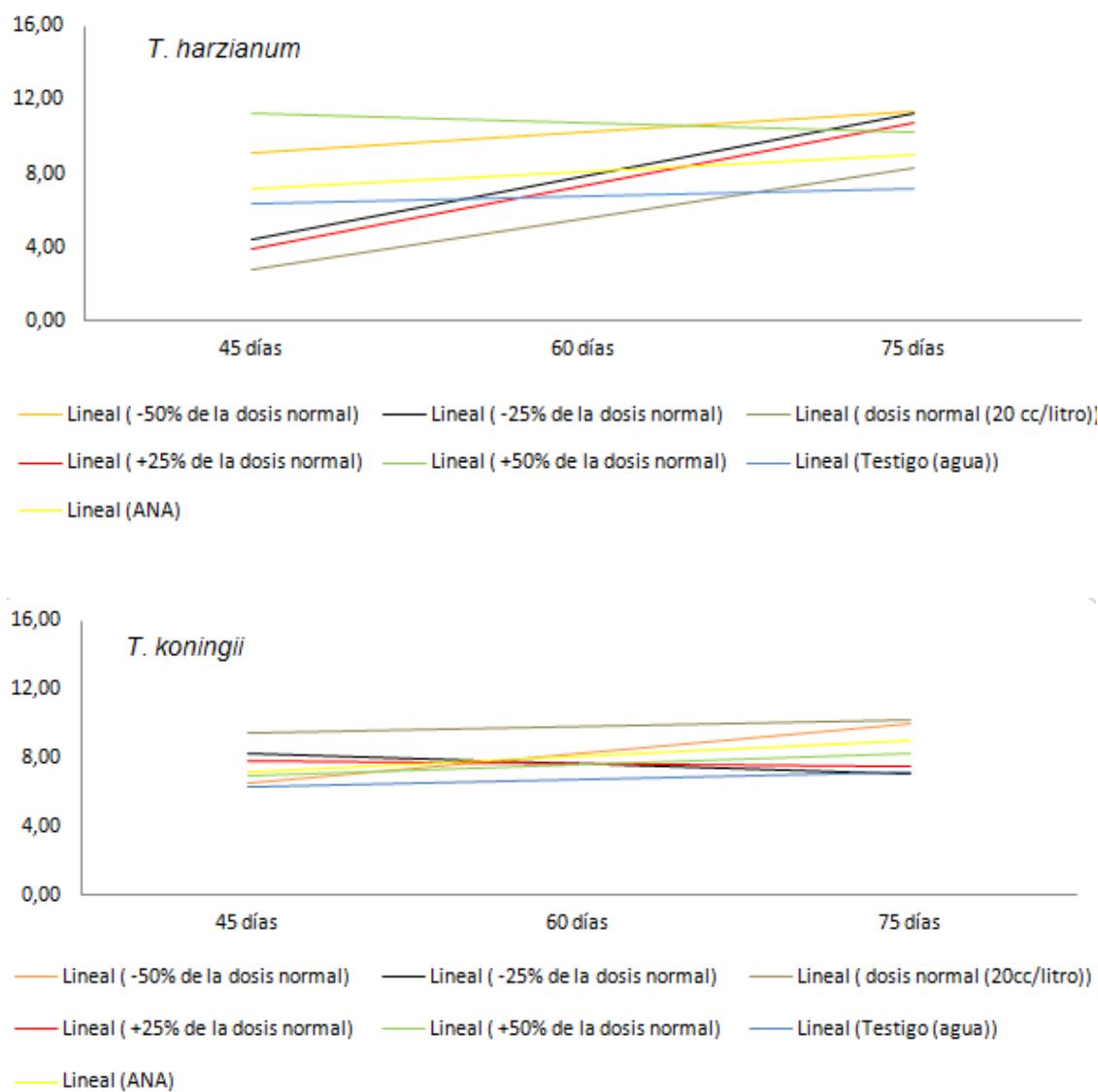
Figura 21. Número de raíces a los 75 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Las tendencias que se observaron para cada especie de *Trichoderma* al compararlas con los tratamientos testigos para esta variable (Figura 22), no presentaron una diferencia marcada, el comportamiento de todos fueron muy semejantes, con un orden ascendente en función del tiempo, sin que uno de ellos se haya destacado.

Figura 22. Número de raíces en estacas de mora de castilla inoculadas con *T. harzianum* y *T. koningii* a 45, 60 y 75 días después de la siembra.



Elaboración: Arias, F. 2015.



4.3. Resultado 3. Número de brotes con una hoja.

A los 45 días después de la siembra, los valores presentados por las medias de esta variable (Tabla 19), fue que todas se encontraron dentro del mismo rango, por lo que se pudo demostrar similitud entre sus resultados. Al realizar el análisis ANOVA (Tabla 20), se observó que no existió diferencia estadísticamente significativa, con lo que se comprobó dicha similitud de los tratamientos.

Tabla 19. Resultados número de brotes con una hoja a los 45 días

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	22	1,64	1,00	0,21	61,24	1	5
Harzianum -25%	9	1,56	0,53	0,18	33,88	1	2
Harzianum normal	11	2,27	0,65	0,19	28,45	1	3
Harzianum +25%	12	1,92	0,79	0,23	41,37	1	3
Harzianum +50%	16	1,63	0,72	0,18	44,23	1	3
Koningii -50%	20	1,60	0,82	0,18	51,30	1	4
Koningii -25%	12	1,08	0,29	0,08	26,65	1	2
Koningii normal	16	1,81	0,83	0,21	46,02	1	3
Koningii +25%	8	2,00	1,07	0,38	53,45	1	4
Koningii +50%	5	1,40	0,55	0,24	39,12	1	2
ANA	21	1,81	0,75	0,16	41,43	1	3
Testigo (Agua)	13	1,54	0,66	0,18	42,91	1	3

Elaboración: Arias, F. 2015.

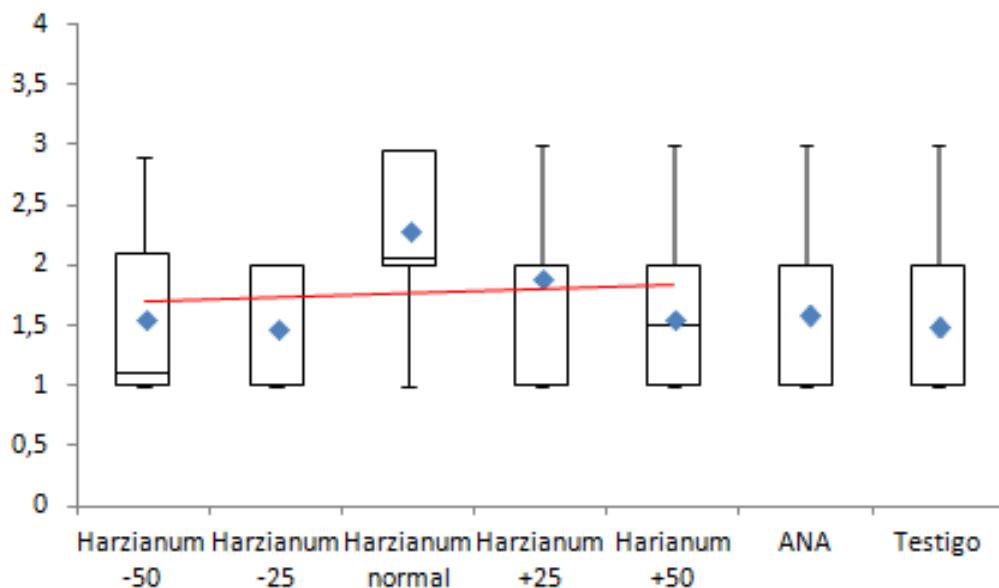
Tabla 20. ANOVA número de brotes a los 45 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,671	3	,557	,883	,451
Dentro de grupos	101,566	161	,631		
Total	103,236	164			

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se observó la disposición de los resultados obtenidos por la cepa de *T. harzianum* para esta variable a los 45 días (Figura 23), se demostró que no existió diferencia con los tratamientos de control, puesto que su línea de tendencia estuvo dentro del mismo rango que los valores de las medias de los testigos, por lo que demostró similitud en sus resultados.

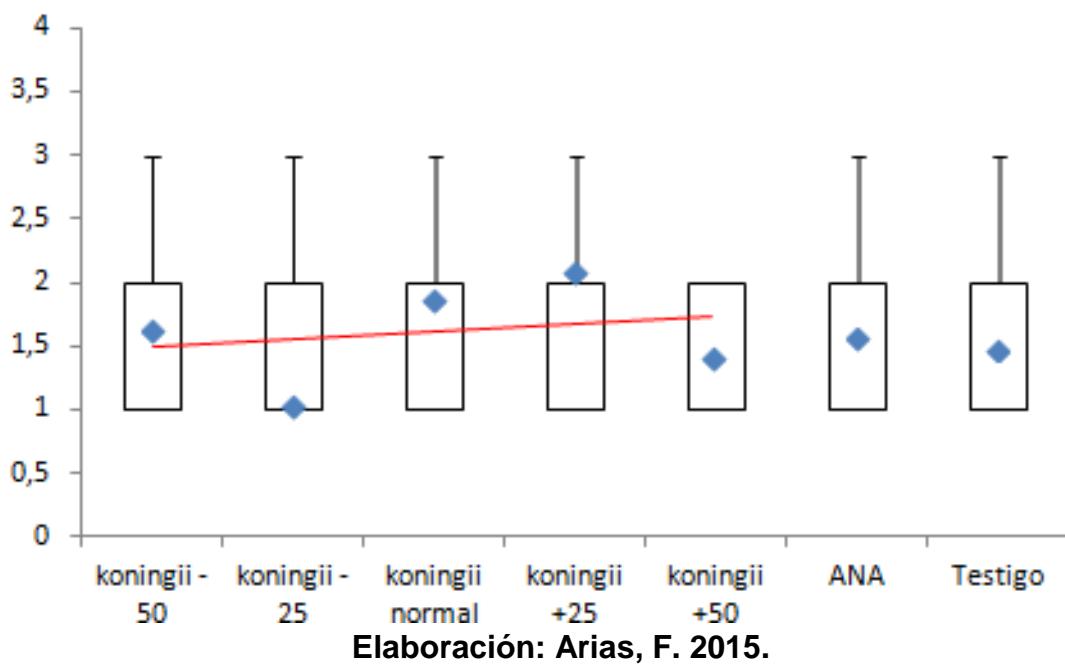
Figura 23. Número de brotes con una hoja a los 45 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Con respecto a *T. koningii*, se observó gráficamente que los valores presentados por las dosis de la especie mantuvieron similitud con los valores de los tratamientos de control (Figura 24), puesto que la línea de tendencia se encontró dentro del mismo rango donde se ubicaron las medias de los testigos.

Figura 24. Número de brotes con una hoja a los 45 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.



Además se realizó la prueba de contrastes (Tabla 21) para esta variable, donde confirmó que no existió diferencia estadísticamente significativa entre las especies de *Trichoderma* y estas versus los tratamientos testigo (agua y ANA).

Tabla 21. Prueba de contraste entre tratamientos para número de brotes con una hoja a 45 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	0,18	0,14	1,07	1,00	1,07	1,70	0,1944
harzianum vs. agua	0,23	0,24	0,60	1,00	0,60	0,94	0,3329
harzianum vs. ANA	-0,04	0,20	0,02	1,00	0,02	0,04	0,8474
koningii vs. agua	0,05	0,24	0,03	1,00	0,03	0,05	0,8315
koningii vs. ANA	-0,22	0,20	0,75	1,00	0,75	1,19	0,2766

Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 60 días, se pudo observar (Tabla 22), que las medias de los tratamientos de igual manera fueron similares, puesto que sus valores se encontraron dentro del mismo rango. El ANOVA para esta variable (Tabla 23), presentó la misma condición, por lo que estadísticamente sus variancias no demostraron diferencia significativa, lo que confirmó la similitud de los tratamientos.

Tabla 22. Resultados número de brotes con una hoja a los 60 días

Tratamiento	n	Media	D.E.	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	16	1,50	0,63	0,16	42,16	1	3
Harzianum -25%	7	1,29	0,76	0,29	58,79	1	3
Harzianum normal	8	2,38	0,52	0,18	21,79	2	3
Harzianum +25%	9	2,11	0,33	0,11	15,79	2	3
Harzianum +50%	18	1,50	0,62	0,15	41,22	1	3
Koningii -50%	8	1,25	0,46	0,16	37,03	1	2
Koningii -25%	13	1,38	0,65	0,18	46,98	1	3
Koningii normal	14	1,64	0,84	0,23	51,25	1	3
Koningii +25%	23	1,87	0,81	0,17	43,59	1	3
Koningii +50%	13	1,77	0,60	0,17	33,86	1	3
ANA	4	1,75	0,5	0,25	28,57	1	3
Testigo (Agua)	13	1,62	0,77	0,21	47,54	1	3

Elaboración: Arias, F. 2015.

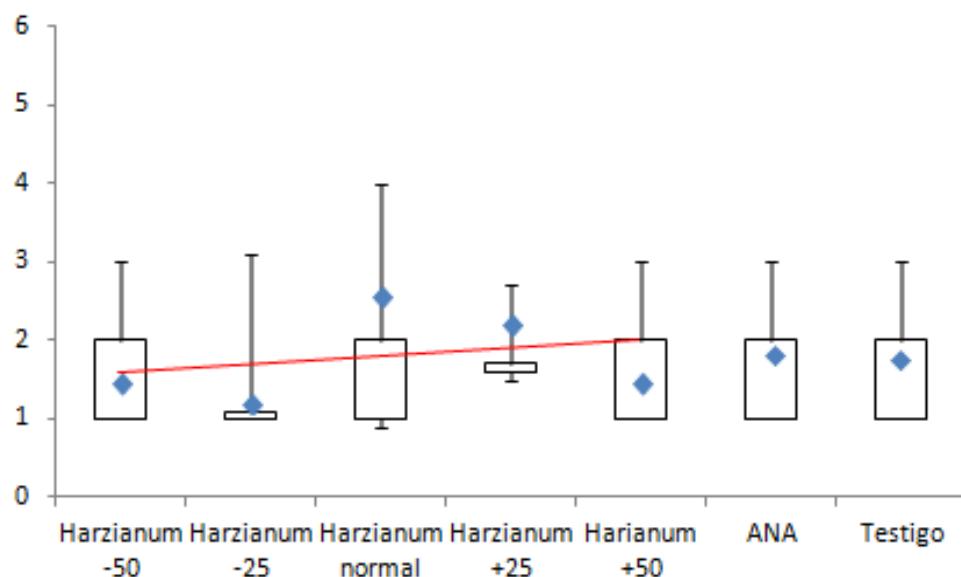
Tabla 23. ANOVA número de brotes a los 60 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,117	3	0,039	0,076	0,973
Dentro de grupos	72,438	142	0,51		
Total	72,555	145			
Total	570287,4	159			

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se comprobó que la tendencia que presentaron los tratamientos de la especie *T. harzianum* (Figura 15) con respecto a los tratamientos testigos fueron similares, la línea de tendencia dibujada estuvo ubicada dentro del mismo rango, por lo que no existió diferencia significativa entre los resultados obtenidos.

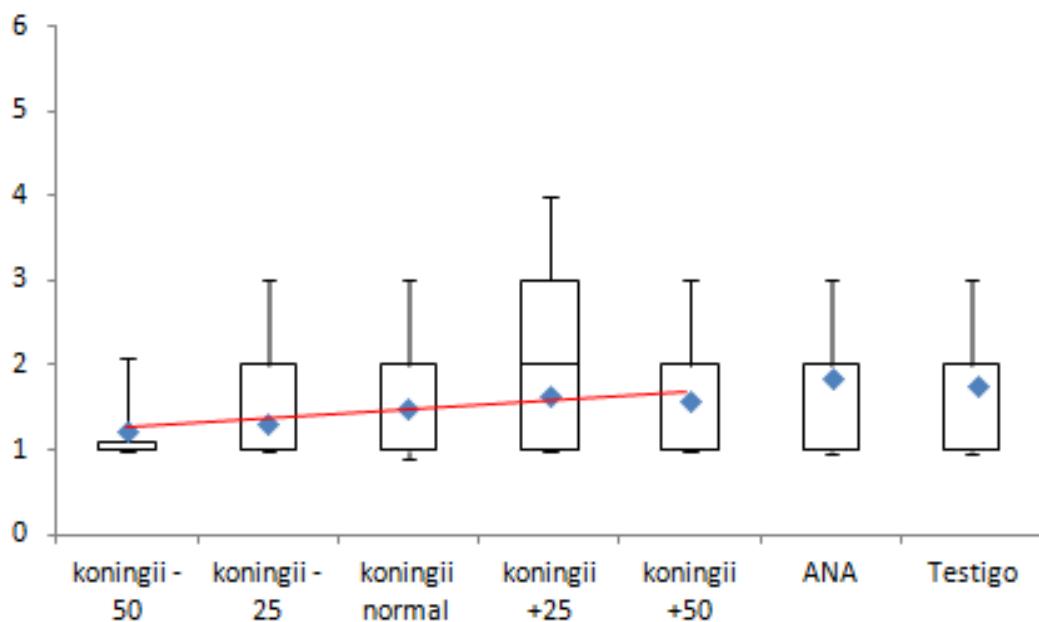
Figura 25. Número de brotes con una hoja a los 60 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Para la cepa *T. koningii* (Figura 16), su comportamiento fue muy semejante a *T. harzianum*, la línea de tendencia que dibujó los tratamientos de esta especie se ubicó dentro del mismo rango donde estaban las medias de los tratamientos testigos: agua y ANA.

Figura 26. Número de brotes con una hoja a los 60 días (*T. koningii* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

También se realizó la prueba de contrastes (Tabla 25) para esta variable a los 60 días después de la siembra, se confirmó que no existió diferencia estadísticamente significativa, esto después de haber realizado la comparación entre las varianzas de las especies de *Trichoderma* y versus los tratamientos testigos: agua y ANA.



Tabla 24. Prueba de contraste entre tratamientos para número de brotes con una hoja a 60 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	0,04	0,13	0,06	1	0,06	0,11	0,7416
harzianum vs. agua	0,07	0,22	0,06	1	0,06	0,11	0,7352
harzianum vs. ANA	-0,06	0,37	0,01	1	0,01	0,03	0,8704
koningii vs. agua	0,03	0,22	0,01	1	0,01	0,02	0,8803
koningii vs. Ana	-0,10	0,37	0,04	1	0,04	0,08	0,7813

Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 75 días después de la siembra, se observó que los valores de las medias obtenidas para esta variable (Tabla 25), presentaron similitud entre especies de *Trichoderma* y los tratamientos de control. Los coeficientes de variación que presentaron los datos revelaron variabilidad. Se realizó una prueba de homogeneidad (Tabla 26) y esta reveló significancia, por lo que no se pudo establecer un análisis ANOVA ni prueba de contrastes para esta variable.

Tabla 25. Resultados número de brotes con una hoja a los 75 días.

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	20	1,65	0,75	0,17	45,16	1	3
Harzianum -25%	20	2,20	0,83	0,19	37,89	1	3
Harzianum normal	11	1,73	0,90	0,27	52,37	1	3
Harzianum +25%	10	1,70	0,82	0,26	48,43	1	3
Harzianum +50%	17	1,71	0,77	0,19	45,24	1	3
Koningii -50%	15	1,67	0,62	0,16	37,03	1	3
Koningii -25%	14	1,57	0,65	0,17	41,12	1	3
Koningii normal	20	1,60	0,50	0,11	31,41	1	2
Koningii +25%	15	1,67	0,82	0,21	48,99	1	3
Koningii +50%	17	1,59	0,71	0,17	44,85	1	3
ANA	10	1,3	0,48	0,15	37,16	1	2
Testigo (agua)	10	1,2	0,42	0,13	35,14	1	2

Elaboración: Arias, F. 2015.



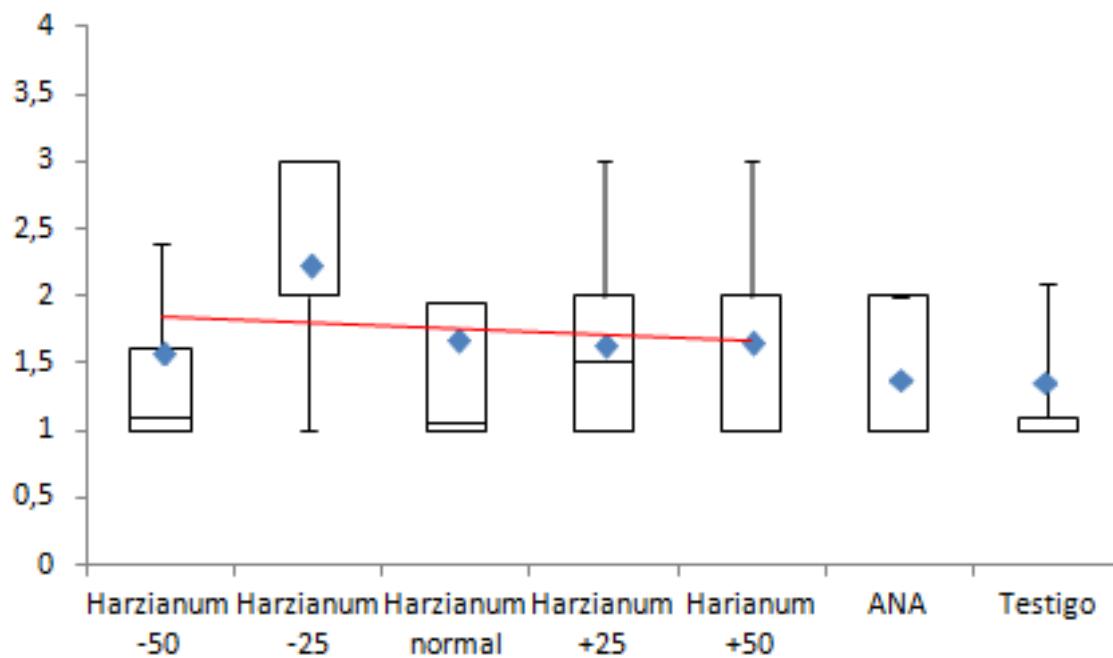
Tabla 26. Prueba de homogeneidad de varianzas para número de brotes con una hoja a los 75 días.

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
5,141	3	175	,002

Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente se observó que la cepa de *T. harzianum* cuando se comparó con los tratamientos de control: agua y ANA (Figura 27), demostraron que no existió diferencia, la línea de tendencia que mostraron sus medias, se encontró en el mismo nivel que los valores de las medias de los testigos, demostrando que hubo similitud en sus resultados.

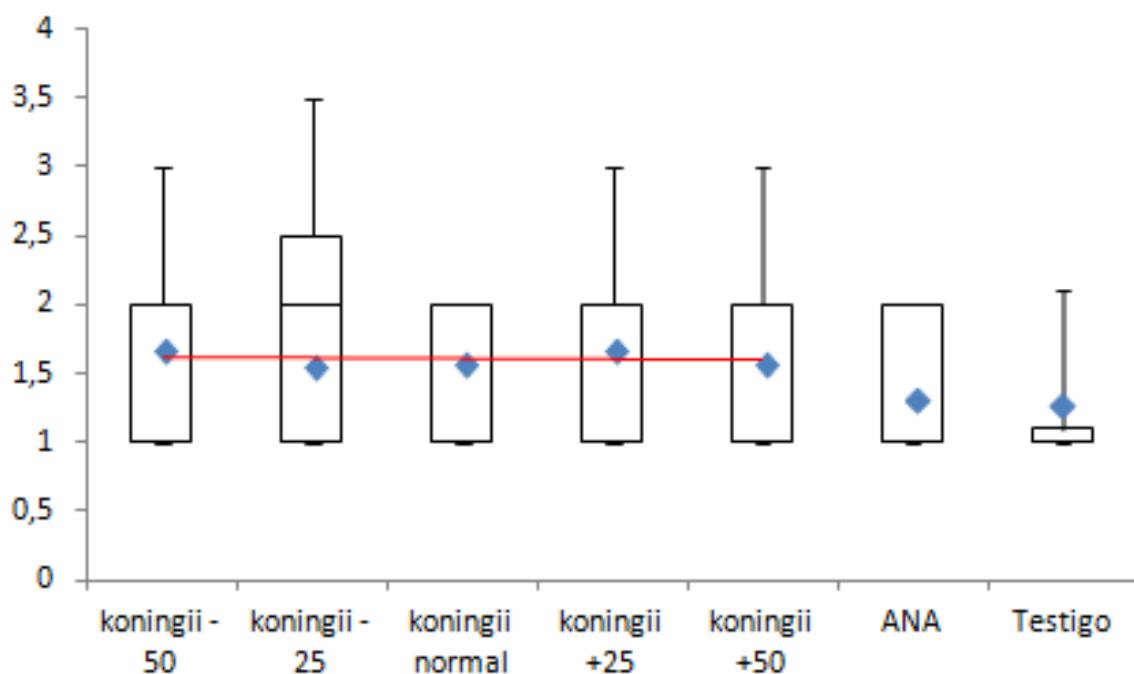
Figura 27. Número de brotes con una hoja a los 75 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

De igual manera se pudo notar que la línea de tendencia dibujada por las tratamientos de *T. koningii* (Figura 28) en comparación con las medias de los testigos, estos se encontraron en el mismo nivel, por lo que se demostró que su comportamiento fue similar.

Figura 28. Número de brotes con una hoja a los 75 días (*T. koningii* vs. testigos)

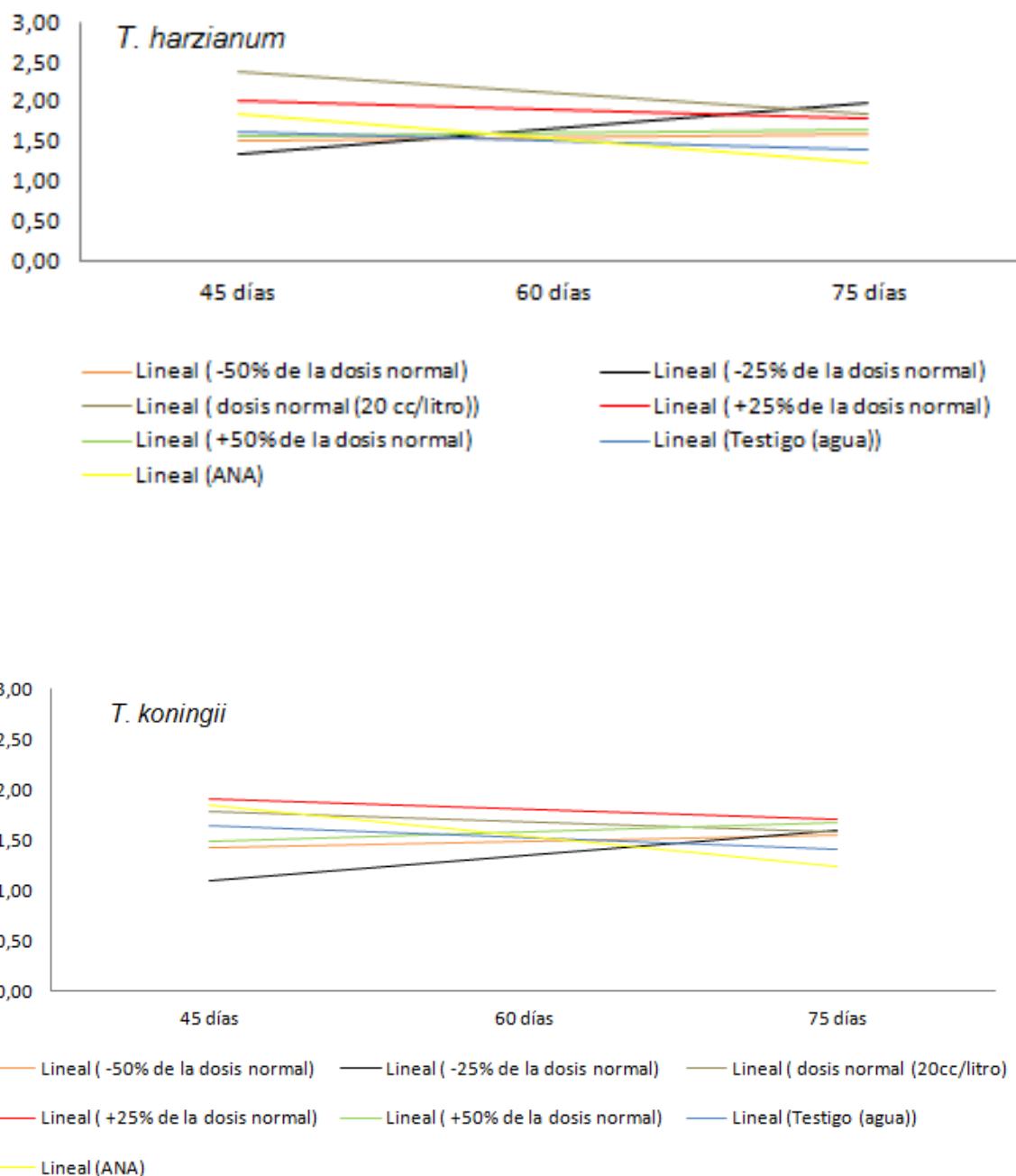


Elaboración: Arias, F. 2015.

También se revisó los datos de las tendencias de los tratamientos para esta variable en función del tiempo (Figura 29), se consideró las mediciones a 45, 60 y 75 días y se repitió la tendencia antes descrita con las variables anteriores, pues los tratamientos de las especies de *Trichoderma* no tuvieron una diferencia notable con los testigos.



Figura 29. Número de brotes con una hoja en estacas de mora de castilla inoculadas con *T. harzianum* y *T. koningii* a 45, 60 y 75 días después de la siembra



Elaboración: Arias, F. 2015.



4.4. Resultado 4. Peso seco de la raíz.

A los 45 días después de la siembra, se observó que los datos obtenidos por los tratamientos de *Trichoderma* y los de control (Tabla 27), no demostraron diferencia, ya que los valores de sus medias se encontraron dentro del mismo rango. El ANOVA (Tabla 28) realizado para esta variable, demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa, lo que confirmó nuevamente la similitud de los resultados de los tratamientos.

Tabla 27. Resultados peso seco de la raíz a los 75 días

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	20	36,85	29,47	6,59	79,98	1	114
Harzianum -25%	10	7,70	10,13	3,20	131,6	1	35
Harzianum normal	8	7,25	7,15	2,53	98,57	1	23
Harzianum +25%	10	1,90	0,99	0,31	52,34	1	4
Harzianum +50%	11	26,82	21,15	6,38	78,87	1	66
Koningii -50%	17	19,82	19,95	4,84	100,7	2	60
Koningii -25%	18	24,50	37,78	8,91	154,2	1	165
Koningii normal	16	19,38	27,01	6,75	139,4	1	99
Koningii +25%	10	35,00	48,39	15,3	138,3	1	152
Koningii +50%	10	19,00	29,81	9,43	156,9	1	86
ANA	13	34,31	46,39	12,9	135,2	1	166
Testigo (agua)	9	26,44	53,85	18	203,6	1	168

Elaboración: Arias, F. 2015.

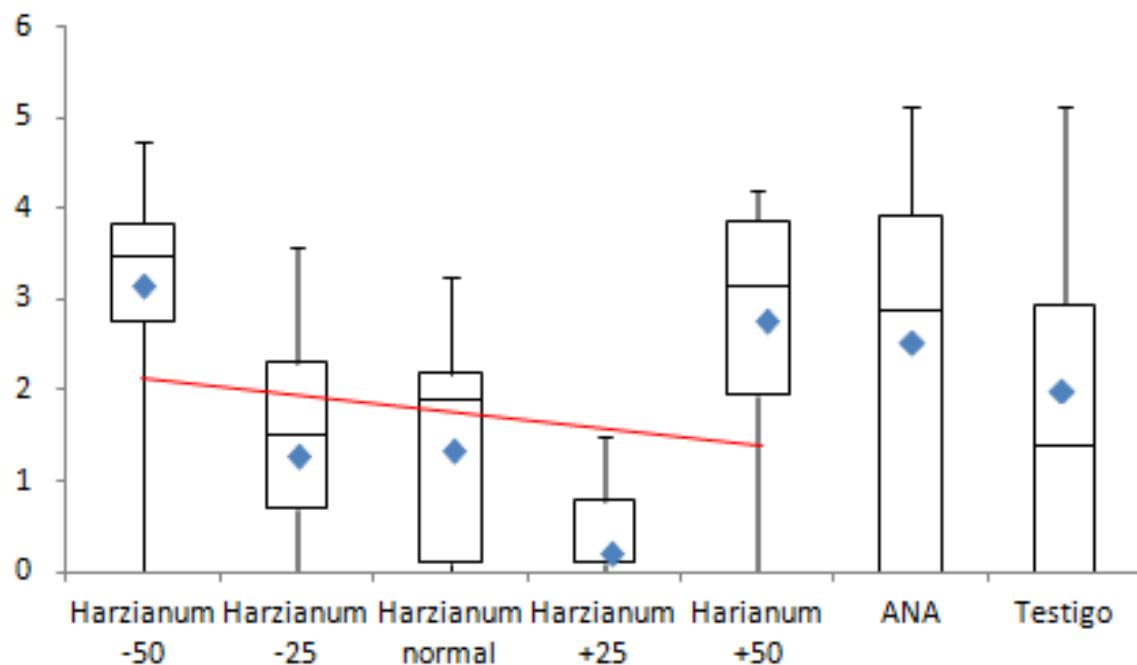
Tabla 28. ANOVA peso seco de la raíz a los 45 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2264,945	3	754,982	,715	,544
Dentro de grupos	156253,029	148	1055,764		
Total	158517,974	151			

Elaboración: Arias, F. 2015.

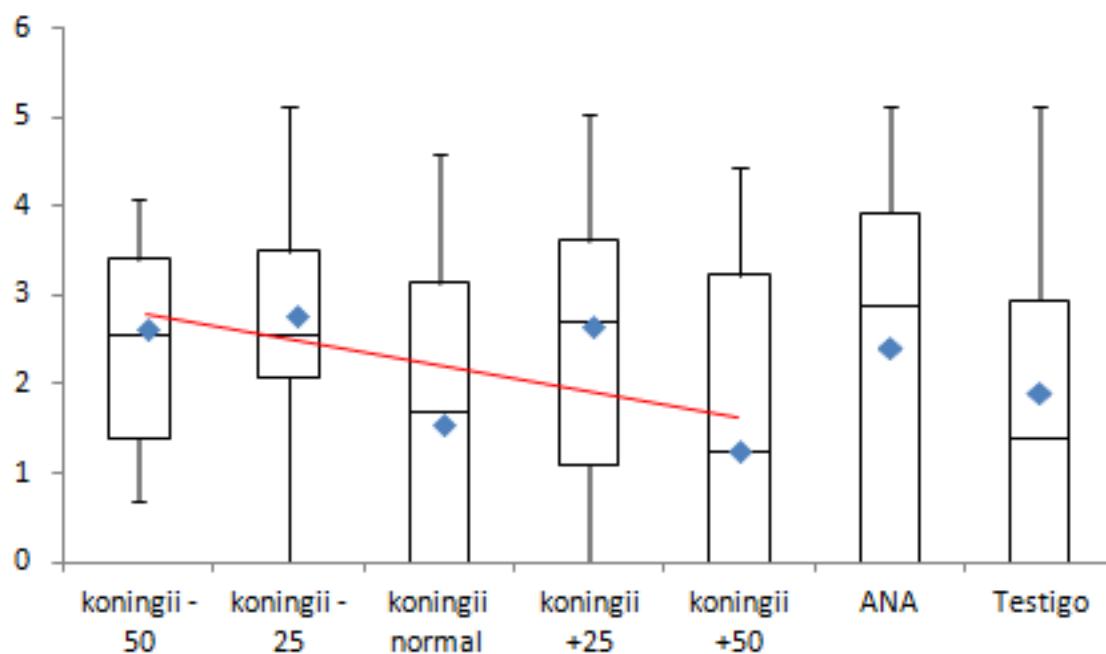
Gráficamente los resultados de *T. harzianum* al ser comparados por los tratamientos de control (Figura 30), demostraron que no tuvieron diferencia entre la línea de tendencia de las dosis de la especie y las medias de los tratamientos, por lo que se reveló similitud en sus resultados.

Figura 30. Peso seco de las raíces a los 45 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

De igual manera se observó gráficamente los valores de *T. koningii*, pues al ser comparados con los tratamientos de control (Figura 31), estos presentaron similitud de sus resultados, la línea de tendencia de la especie se encontró dentro del mismo rango que la de los valores de las medias de los testigos.

Figura 31. Peso seco de las raíces a los 45 días (*T. koningii* vs. testigos)

Elaboración: Arias, F. 2015.

Además se corroboró lo expuesto mediante la prueba de contrastes, con ella se demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de *Trichoderma* y también versus los tratamientos de control: agua y ANA, por lo que se confirmó la similitud de sus resultados.

Tabla 29. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de raíces a 45 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	-2,83	5,72	257,69	1,00	257,69	0,24	0,6220
harzianum vs. agua	-6,34	11,63	314,15	1,00	314,15	0,30	0,5862
harzianum vs. ANA	-14,21	9,96	2149,84	1,00	2149,84	2,04	0,1557
koningii vs. agua	-3,51	11,50	98,68	1,00	98,68	0,09	0,7602
koningii vs. ANA	-11,38	9,80	1422,54	1,00	1422,54	1,35	0,2476

Elaboración: Arias, F. 2015.



A los 60 días después de la siembra, los valores de las medias de las dosis de las especies de *Trichoderma* (Tabla 30) en estudio, al haber sido comparados con los tratamientos de control no fueron distintos. Además cuando se realizó el análisis ANOVA (Tabla 31) este demostró que los tratamientos no tuvieron diferencia significativa, por lo que se confirmó dicha similitud.

Tabla 30. Resultados peso seco de la raíz a los 60 días.

Tratamiento	n	Media	D.E.	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	22	48,00	46,42	9,90	96,71	5	194
Harzianum -25%	16	28,63	32,24	8,06	112,63	3	111
Harzianum normal	8	19,63	16,78	5,93	85,48	12	61
Harzianum +25%	4	21,00	13,14	6,57	62,57	9	39
Harzianum +50%	15	77,20	82,91	21,41	107,39	8	311
Koningii -50%	12	34,25	21,58	6,23	63,00	14	72
Koningii -25%	11	51,00	48,10	14,50	94,32	13	140
Koningii normal	17	44,06	29,88	7,25	67,83	10	117
Koningii +25%	18	41,17	40,84	9,63	99,22	3	144
Koningii +50%	12	28,58	22,06	6,37	77,18	5	83
ANA	10	30,40	23,67	7,49	77,86	5	73
Testigo (agua)	15	49,80	50,29	12,99	100,99	3	139

Elaboración: Arias, F. 2015.

Tabla 31. ANOVA Peso seco de la raíz a los 60 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3891,266	3	1297,089	0,616	0,606
Dentro de grupos	328507,8	156	2105,819		

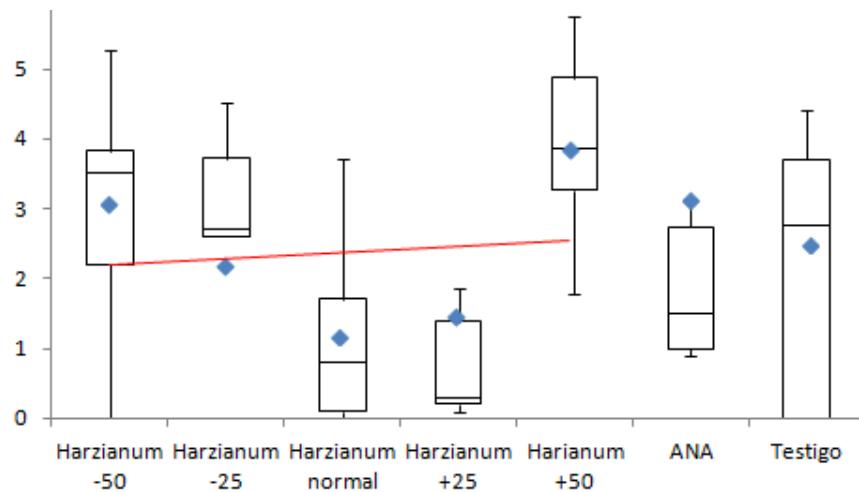
Elaboración: Arias, F. 2015.

De igual manera, se pudo observar que gráficamente la línea de tendencia de las dosis de *T. harzianum*, fue muy similar con respecto a las medias de los tratamientos testigos: agua y ANA (Figura 32), puesto que se encontraron en el mismo rango. En lo que correspondió al comportamiento de *T. koningii* y sus



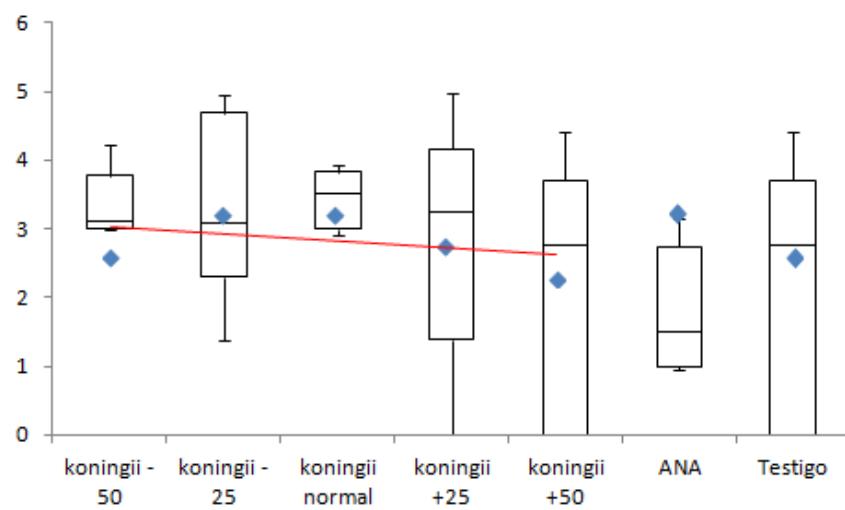
dosis mantuvieron el mismo comportamiento (Figura 33), se evidenció que la línea de tendencia dibujada por los tratamientos de la especie no fue diferente con los valores de las medias de los tratamientos de control.

Figura 32. Peso seco de la raíz a los 60 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Figura 33. Peso Seco de la raíz a los 60 días (*T. koningii* vs testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.



Al igual que las variables anteriores, también se realizó la prueba de contrastes (Tabla 32), se repitió lo ya antes mencionado, donde se demostró que entre especies de *Trichoderma* no existió diferencia significativa, ni tampoco cuando se realizó este contraste con los tratamientos testigo.

Tabla 32. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la raíz a 60 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	4,74	7,65	758,51	1	758,51	0,38	0,5359
harzianum vs. agua	14,42	15,08	1800,96	1	1800,96	0,91	0,3405
harzianum vs. ANA	-4,98	12,71	302,82	1	302,82	0,15	0,6956
koningii vs. agua	9,67	15,01	818,44	1	818,44	0,42	0,5202
koningii vs. ANA	-9,73	12,63	1169,15	1	1169,15	0,59	0,4423

Elaboración: Arias, F. 2015.

A los 75 después de la siembra, los resultados presentados por la variable: Peso seco de la raíz, revelaron que no existió diferencia entre los valores de las medias de los tratamientos de las especies de *Trichoderma* y los testigos (Tabla 33), debido a que se encontraron dentro del mismo rango. El ANOVA (Tabla 34) realizado para esta variable confirmó lo anunciado, puesto que no presentaron diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 33. Resultados peso seco de la raíz a los 75 días.

Tratamiento	n	media	D.E	E.E.	C.V.	Min	Max
Harzianum -50%	25	58,75	61,28	12,5	104,3	1	221
Harzianum -25%	13	30,69	20,52	5,69	66,87	4	73
Harzianum normal	12	45,08	36,06	10,4	79,99	1	138
Harzianum +25%	10	31,80	24,32	7,69	76,48	2	65
Harzianum +50%	18	46,12	37,48	9,09	81,26	1	153
Koningii -50%	17	38,12	33,13	8,04	86,92	2	116
Koningii -25%	24	34,21	42,59	8,69	124,5	1	142
Koningii normal	11	53,00	45,43	13,7	85,72	10	156
Koningii +25%	12	49,17	78,81	22,8	160,3	1	277
Koningii +50%	11	35,55	38,92	11,7	109,5	1	131
ANA	13	40,36	46,27	14	114,6	1	156
Testigo (agua)	12	23,38	17,41	4,83	74,45	1	50

Elaboración: Arias, F. 2015.

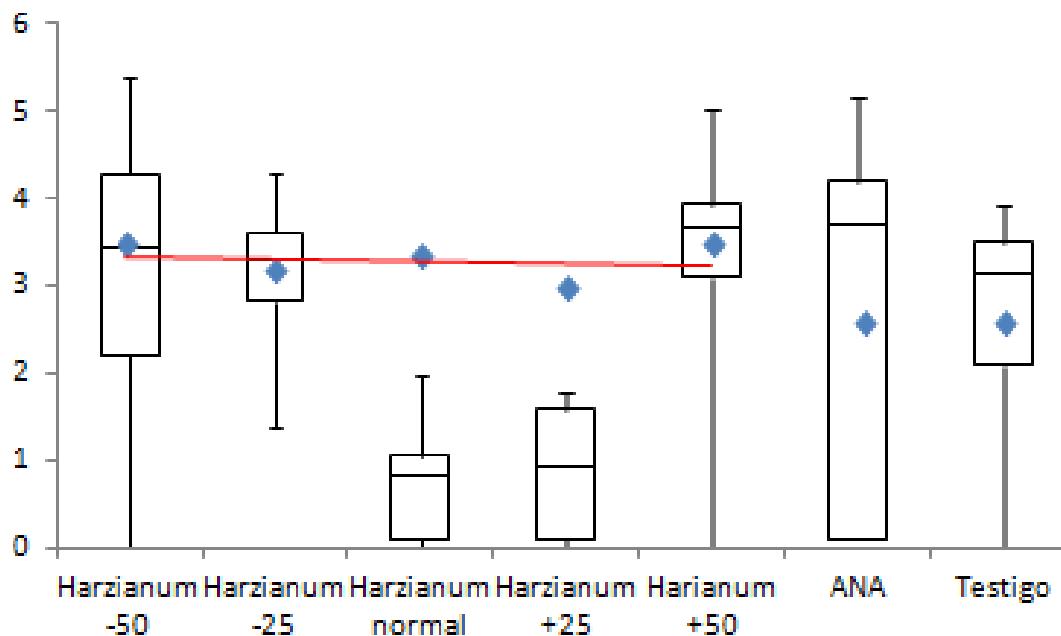
**Tabla 34. ANOVA peso seco de la raíz a los 75 días.**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5528,148	3	1842,716	,941	,422
Dentro de grupos	334862,629	171	1958,261		
Total	340390,777	174			

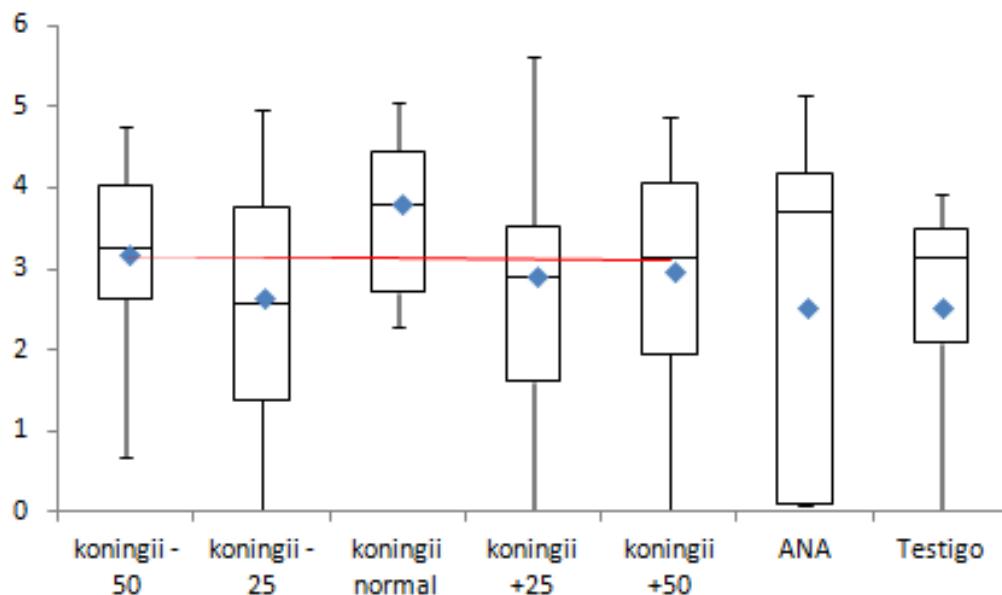
Elaboración: Arias, F. 2015.

Gráficamente las líneas de tendencia dibujada con los valores de las medias de *T. harzianum* (Figura 34) y *T. koningii* (Figura 35) en comparación con las medias de los tratamientos de control no fueron diferentes, estos presentaron similitud entre sus valores, puesto que se encontraron todos ellos dentro del mismo rango.

Figura 34. Peso seco de la raíz a los 75 días (*T. harzianum* vs. testigos)



Elaboración: Arias, F. 2015.

Figura 35. Peso seco de la raíz a los 75 días (*T. koningii* vs. testigos)**Elaboración: Arias, F. 2015.**

La prueba de contrastes que se realizó para esta variable a los 75 días (Tabla 35), demostró que al comparar las varianzas de las especies de *Trichoderma* entre sí no demostraron significancia, además cuando se realizó esta comparación con los tratamientos de control tampoco se evidenció diferencia significativa.

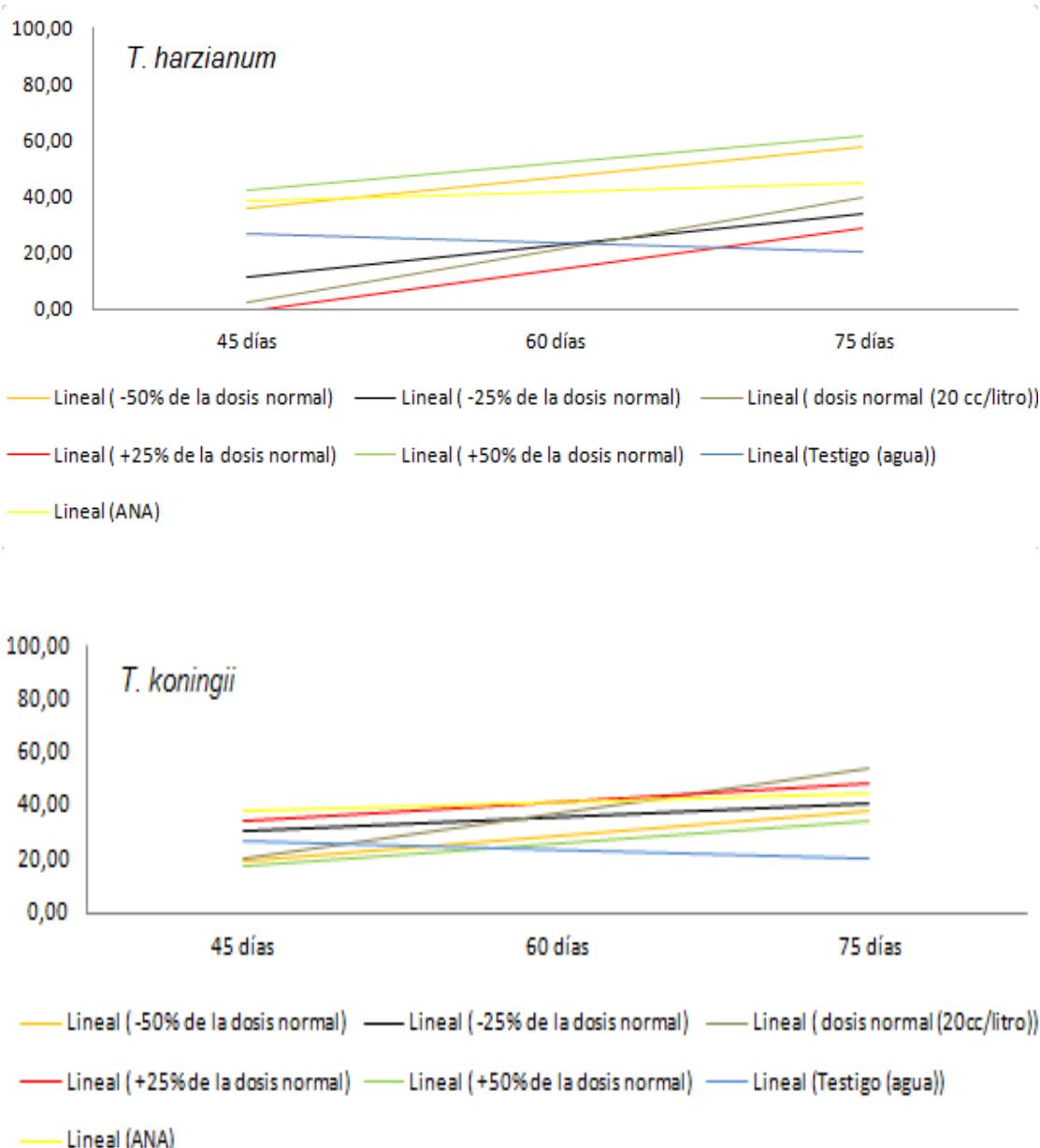
Tabla 35. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la raíz a 75 días

Tratamiento	Contraste	E.E	SC	gl	CM	F	p-valor
harzianum vs. koningii	4,98	7,20	936,57	1,00	936,57	0,48	0,4901
harzianum vs. agua	22,04	13,28	5390,76	1,00	5390,76	2,75	0,0989
harzianum vs. ANA	5,06	14,28	245,78	1,00	245,78	0,13	0,7236
koningii vs. agua	17,06	13,29	3222,89	1,00	3222,89	1,65	0,2013
koningii vs. ANA	0,08	14,29	0,06	1,00	0,06	0,0000029	0,9957

Elaboración: Arias, F. 2015.

Cuando se observó el comportamiento de las especies de *T. harzianum* y *T. koningii* en función del tiempo (Figura 20) para la variable peso seco de la raíz, se pudo notar que todos los tratamientos tuvieron una tendencia ascendente para ganar peso, y los tratamientos testigos mostraron un comportamiento similar, con lo cual se confirmó lo que ya se ha mencionó anteriormente, donde no existió diferencia entre tratamientos.

Figura 36. Peso seco de la raíz en estacas de mora de castilla inoculando *T. harzianum* y *T. koningii* a 45, 60 y 75 días después de la siembra



Elaboración: Arias, F. 2015.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En este ensayo se pudo observar que al inocular estacas de *Rubus glaucus*, Benth (Mora de Castilla) con especies de *T. harzianum* y *T. koningii*, no estimuló la emisión de raíces, ya que los valores de las variables fueron similares a los observados en estacas tratadas solo con agua. Contradicriendo a lo que se manifiesta en trabajos previos, donde plantas de mora respondieron a las aplicaciones de *Trichoderma harzianum*, indicando que esta especie estaría modulando la respuesta en un aumento del desarrollo radicular (Allen, 1987) (Loxton & Donald, 1987). Otros resultados obtenidos demuestran el potencial que tiene la cepa Th003 de *T. koningii* como un agente promotor de crecimiento vegetal. (Ozbay & Newman, 2004)

En un estudio realizado en *Pasiflora edulis* (Maracuya), concluye que la combinación de *Trichoderma spp.* con IBA al estimular estacas de esta fruta no fue ventajosa. (dos Santos, Mello, & Peixoto, 2010); además ensayos en *Solanum lycopersicum* L. (tomate de mesa), manifiesta que los análisis estadísticos realizados no detectaron diferencias significativas en el enraizamiento de estacas tratadas con *Trichoderma* y agua (Jiménez et al, 2011), y que no existió diferencia significativa entre la longitud de raíces en plantas tratadas con *Trichoderma* y ácido alfa-naftalenoacético como tratamiento de control (Gómez Ramírez, Gilchrist Ramelli & Reynaldi, 2013), coincidiendo con lo expuesto en este estudio, ya que se pudo observar que el control negativo (agua) obtuvo valores similares a los tratamientos con *Trichoderma* y la hormona comercial ANA.

Los resultados obtenidos por el control positivo ácido Alfa - naftalenoacético ANA; no fueron mejores que *Trichoderma* ni el control negativo (agua), coincidiendo con otras experiencias que al adicionar reguladores de crecimiento vegetal en semillas en *Ferocactus histrix* y *F. latispinus*; ninguno de los tratamientos ejecutados con AIA, ANA y AG3 produjo incrementos significativos en los porcentajes de germinación, velocidad de germinación y crecimiento de plántulas en comparación con el testigo (Amador Alfárez, Díaz González, Lozano Cornejo & Bivián Castro, 2013). Además al investigar la



propagación de *Epidendrum elongatum* (orquídeas), in vitro con dosis de 0,5 mg.L-1 de AIA presento efectos para la producción de raíces. Sin embargo consideró no incluir dosis superiores a 1,0mg. L-1, debido a que un rango de concentraciones superiores a ésta no favorecerá el desarrollo de este tipo de orquídeas bajo condiciones in vitro (Pedroza – Manrique, 2009).

En tratamientos donde se aplicó *Trichoderma spp.*, el número de ramas obtuvieron diferencias significativas con respecto a los testigos, observándose un efecto bioestimulante de este hongo en el desarrollo de las plantas (Santana, 2003). Contradicriendo a los resultados obtenidos en este estudio, puesto que todos los tratamientos y los de control estimularon el crecimiento de brotes, y sus resultados fueron parecidos.

La presencia de compost estimula el aumento poblacional del hongo *T. harzianum*, ya que al inocular este hongo con sustratos utilizados para producción de plántulas de *P. radiata* (Pino), generaría un incremento significativo en el vigor de las plántulas producidas (Donoso, Lobos & Rojas, 2008). Sin embargo se debe considerar que en este estudio se usó arena de río como sustrato y sus niveles de materia orgánica según el análisis químico fue de 1,36%, el cual es bajo y al no incorporar materia orgánica en el mismo, pudo afectar que la población de *Trichoderma* no sea la adecuada para que el efecto enraizante del hongo estimule raíces en las estacas de mora. Además se debe acotar que previamente se realizó una desinfección del sustrato mediante insolación y agua hirviendo, que posiblemente disminuyó niveles de microorganismos presentes y por ende la calidad de la materia orgánica, que podría haber servido para un mejor desarrollo de las diferentes dosis de las especies en estudio.

Se consigue mejor respuesta de arraigue en las estacas que tienen mayor grosor y longitud; muchas plantas enraízan fácilmente con estas dimensiones (Díaz, 1991). Esto pudo coincidir con los resultados de la investigación, ya que muchas de las estacas dentro de este estudio no tuvieron la capacidad de emitir raíces ni brotes con hojas, y pudo ser porque dependen también de las reservas de nutrientes que se encuentran dentro de ellas, y al tener estacas



con calibres de 5 a 7 mm de grosor, pudo haber limitado el efecto en el enraizaje.

La compactación del sustrato, disminuye la aireación del mismo (el intercambio gaseoso), dificultando el crecimiento de raíces y disminuyendo la infiltración, promoviendo también la erosión hídrica debido a que se favorece la escorrentía superficial (McGarry, 2001). Por lo que posiblemente los resultados obtenidos pudieron haberse afectado debido a este efecto de compactación, por una posible muerte de raíces y disminución de la cantidad de microorganismos en el sustrato.

Trichoderma puede soportar rangos de muy amplios para su crecimiento, pudiendo desarrollarse desde 2.0 a 9.0, valores superiores a este afectan los procesos de germinación y asimilación de nutrientes, siendo sus valores óptimos los que se encuentran entre 4.0 a 7.0 (Domsch *et al.*, 1980) (Escoto, 1995) (Franco, 2001). El valor neutro del pH (7.7) presentado por el sustrato probablemente no afectó el comportamiento de las especies de *Trichoderma*, puesto que se encontró dentro de los niveles normales para su desarrollo.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- *T. harzianum* y *T koningii*, no presentaron diferencia significativa en comparación con los tratamientos testigos (agua y ácido alfa-naftalenoacético), para todas las variables en estudio.
- *T. harzianum* y *T koningii*, tuvieron un comportamiento muy similar y no presentaron diferencia significativa entre las dos especies, debido a que el efecto producido para la emisión de raíces en su longitud, número y peso seco, como en el estímulo para la emisión de brotes con hojas, fue muy similar.
- Las variables longitud de la raíz y peso seco de la raíz estuvieron relacionados entre sí. Por lo que se puede corroborar que la longitud está relacionada con el peso de las raíces.
- La metodología usada para este estudio, pudo haber influenciado dentro del experimento para que los valores obtenidos por los tratamientos hayan sido similares.
- El sustrato usado también pudo haber afectado el normal comportamiento de las especies de *Trichoderma*, debido a que varios autores sugieren interactuar sustratos con materia orgánica para un mejor efecto del hongo.
- La hormona comercial (ácido alfa-naftalenoacético) usada como control positivo, no fue mejor que las especies de *Trichoderma* ni el control negativo (agua), pudiendo ser provocado porque se usó en forma de dilución como método B de aplicación del producto recomendado por el fabricante.
- Se rechaza la hipótesis planteada en la presente investigación que propuso que: “El tratamiento de dos especies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. koningii*), inoculando a cinco dosis, en estacas de *Rubus glaucus*, Benth



(Mora de Castilla), estimulan el crecimiento de raíces y brotes con hojas, para la producción de nuevas plantas”.

Recomendaciones.

- Repetir el experimento, empleando otro tipo de metodologías que puedan corroborar si es que el efecto de *Trichoderma*, estimula la emisión de raíces así como lo aseveran varios autores.
- Para nuevas investigaciones, sugerir el uso de sustratos combinados con materia orgánica, puesto que podrían mejorar el efecto de *Trichoderma* en el enraizaje de estacas de mora de castilla.
- Se debe considerar usar el método A de la hormona comercial (ácido alfa-naftalenoacético) recomendado por el fabricante, para observar si los resultados obtenidos posterior al experimento son diferentes.
- Realizar nuevas investigaciones en otros cultivos, para que se pueda determinar el alcance que los efectos del uso de *Trichoderma* pueda generar en ellos.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen, L. H. (1987). *Forest Fertilizers* (Vol. 85). Bethesda, Maryland, Estados Unidos: Journal of Forestry.
- Altomare, C., Norvell, W., Björkman, T., & Harman, G. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. *Appl. Environ. Microb.*, 2926-2933.
- Amador Alférez, K., Díaz González, J., Lozano Cornejo, S., & Bivián Castro, E. (2013). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus (Cactaceae). *Polibotánica*(35).
- Aranzazu-Hernández, P. J., Leguizamón-Caicedo, J. E., & Dávila-Arias, M. T. (1999). Efecto de *Bauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma koningii* sobre estados biológico de *Eisenia foetida*. *Cenicafé*, 50(1), 39-48.
- Arshad, M., & Frankenberger, W. T. (1993). *Microbial Production of Plant Growth Regulators*. New York: Marcel Decker Inc.
- Asturizaga, A. S., Ollgaard, B., & Blaslev, H. (2006). Frutos Comestibles. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 329-346.
- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Codón, A. (2004). Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 249-260.
- Casaca, A. (2013). *El Cultivo de la Mora (Rubus glaucus)*. San José de Costa Rica: Banco Interamericano de Desarrollo. PROMOSTA. DICTA.
- Castro Restrepo, D., & Gaviria Gutierrez, B. M. (1995). *Propagación in vitro de especies del género rubus*. Rionegro: Universidad Católica de Oriente : Fundación De Fomento Agropecuario Buen Pastor.
- Castro Retana, J. J., & Cerda Araya, M. d. (2005). *Mora (Rubus spp) Cultivo y Manejo y Poscosecha*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería - Universidad de Costa Rica - Consejo Nacional de Producción.
- Chang, Y.-C., Chang, Y.-C., Baker, R., Kleifeld, O., & Chet, I. (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. *Plant disease*, 70(2), 145-148.



- Cubillas-Hinojosa, J., Valero, N., & Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum como promotor del crecimiento vegetal del maracuya (Passiflora edulis var. flavicarpa Degener)*. *Agronomía Colombiana*, 27(1), 81-86.
- Cupull S., R., Andréu R., C. M., Pérez, N. C., Delgado P. Y., P. Y., & Cupull S., M. d. (2003). *Efecto de Trichoderma viride como estimulante de la germinación, en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de Rhizoctonia solani Kuhn*. Centro Agrícola 30 (1).
- Davies, P. J. (2010). *The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions*. New York: Department of Plant Biology, Cornell University, Ithaca.
- Díaz, E. (1991). *Técnicas de enraizado de estacas juveniles de (Cedrela odorata L.) y (Gmelina arbórea L.)*. Costa Rica.
- Domsch, K. H., Gams, W., & Anderson, T. H. (1980). *Compendium of soil fungi. Volume 2*. Londres: Academic Press (London) Ltd.
- Donoso, E., Lobos, G., & Rojas, N. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. *Bosque*, 29(1), 52 - 57.
- dos Santos, H. A., Mello, S., & Peixoto, J. (2010). Asociación de *Trichoderma* spp. aislado y Ácido Indol-3-butírico (IBA) en lla estimulació de raices en Maracuya. *Scielo*, 966 - 972.
- Escoto, A. (1994). *Cultivo de la Mora*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Franco, G. (2001). Fertilización de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en zonas del departamento de Caldas. *Memorias Tercer seminario de clima frío moderado*. Manizales.
- Franco, G., & Giraldo, J. (1998). *El Cultivo de la Mora. Manual de asistencia Técnica*. Colombia: Pronatta, LITOAS.
- Franco, G., & Giraldo, M. J. (2002). *El Cultivo de la Mora* (Quinta edición corregida ed.). Risaralda, Colombia: CORPOICA - PRONATTA.
- Franco, G., Rodríguez, J., & Guevara, N. (1996). Propagación de la mora por estaca modificada. *Frutales de clima frío moderado: memorias. 1. Seminario Frutales de clima Frío Moderado*, 23-27.
- Galeano, M., Méndez, F., & Urbaneja, A. (2002). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai (Cepa T-22) sobre cultivos hortícolas. *Koppert Biological Systems*, 286(65), 1-11.



- Gato Cárdenas, Y. (2010). Métodos de conservación y formulación de *Trichoderma harzianum* Rifai. *Fitosanidad*, 189-195.
- Gómez Ramírez, S. E., Gilchrist Ramelli, E., & Reynaldi, S. (2013). Importancia del aislamiento y del rango de concentración de conidias en el efecto de *Trichoderma asperellum* sobre el crecimiento de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 118-125.
- González Molina, E., & Gómez C., I. (1997). La producción de mora de castilla en el Táchira. *FONAIP DIVULGA Nº 56*.
- González S., C. H., Rodríguez, L. L., & Arjona, C. (1999). *Efecto de la aplicación de Trichoderma harzianum R. sobre la composición cuantitativa de bacterias, hongos y actinomicetos de la rizósfera de solanáceas y su influencia en el crecimiento vegetativo*. Investigación agraria producción y protección vegetal.
- Gravel, V., Antoun, H., & Tweddell, R. J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biol Biochem*, 1968 - 1977.
- Harman, G. E. (2000). Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant disease*, 84(4), 377-393.
- Harman, G. E. (2006). *Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp.* Phytopathology 96.
- Harman, G. E., & Björkman, T. (2005). Potential and existing uses of *Trichoderma* and *Gliocladium* for plant disease control and plant growth enhancement. En G. E. Harman, & C. Kubicek, *Trichoderma And Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications*. Volumen 2 (págs. 229-265). London: Taylor & Francis.
- Harman, G., Howell, C., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews*(2), 43-56.
- Harman, H., & Kester, D. (1991). *Propagación de plantas principios y prácticas*. Mexico: Continental S.A.
- Hernández Mendoza, J. L., Sánchez Pérez, M. I., García Olivares, J. G., Mayek Pérez, N., González Priet, J. M., & Quiroz Velásquez, J. D. (2011). *Caracterización molecular y agronómica de aislados de Trichoderma spp nativos del noreste de México*. México, México: Centro de Biotecnología Genómica. Instituto Politécnico Nacional.



- Herrera - Estrella, A. (1988). Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos. *Avances y perspectivas*, 17 - 195.
- INEC. (2000). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INIAP/DICYT. (9 de Noviembre de 2008). *Agencia Iberoamericana para la difusión de Ciencia y la Tecnología*. Obtenido de <http://www.dicyt.com/noticias/nuevas-tecnologias-para-el-cultivo-de-mora>
- Jenik, P. D., & Barton, M. K. (2005). Surge and destroy: the role of auxin in plant embryogenesis. *Development*, 132(16), 3577-3585.
- Jiménez, C., Sanabria de Albarracín, S., Altuna, G., & Alcano, M. (2011). Efecto de Trichoderma harzianum Rifai sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). *Luz*, 1 -10.
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citoquininas. En F. A. Saqueo, & L. Cardemil, *Fisiología Vegetal*. (págs. 1 - 28). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
- Kubicek, C. P., & Harman, E. (1998). *Trichoderma y Gliocladium Vol1 Biología, taxonomía y genética*. Londres: Taylor y Francis.
- Landreau, A., Pouchus, Y. F., Sallenave-Namont, C., Biard, J. F., Boumard, M. C., du Pont, T. R., . . . Verbist, J. F. (2002). Combined use of LC/MS and a biological test for rapid identification of marine mycotoxins produced by *Trichoderma koningii*. *Journal of microbiological methods*, 48(2), 181-194.
- León, J. (2000). *Botánica de los Cultivos Tropicales* (Tercera edición ed.). San José, Costa Rica: Agreamérica.
- Lira, R. (2007). *Fisiología Vegetal*. Colombia: Editorial Trillas.
- Loxton, R., & Donald, D. (1987). The effect of Nitroacta (Urea Formaldehyde) on the growth and development of *Eucalyptus grandis* and *Pinus elliottii*. *South African Forestry Journal*(142), 68-70.
- Ludwig-Müller, J., & Cohen, J. (2002). Identification and quantification of three active auxins in different tissues of *Tropaeolum majus*. *Physiologia Plantarum*(115), 320-329.
- Manrique Ducuara, L., López Valencia, O., & Oswaldo Triana, M. (1998). *Como Instalar un Vivero*. Florencia, Caquetá, Colombia: Unión Gráfica LTDA.



- Martínez Aguirre, M. d. (2007). *Propagación vegetativa de Tamarix boveana Bunge: ensayos de enraizamiento de esquejes*. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Martínez, A., Beltrán, O., Velasteguí, J., Ayala, G., Jácome, R., Yáñez, W., & Valle, E. (2007). *Manual del cultivo de la Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)* (Primera Edición ed.). Ambato, Ecuador: INIAP.
- Maya Herrera, V. B. (09 de Febrero de 2016). *EcuRed*. Obtenido de http://www.ecured.cu/Trichoderma_harzianum
- McGarry, D. (2001). *Tillage and soil compaction*. (F. W. Agriculture, Ed., L. García Torres, J. Benítez, & A. Martínez Vilela, Trads.) Madrid, España: Natural Resource Sciences.
- Moity, T. H. (1982). 1982. Survival off *Trichoderma harzianum* in soil and in Pea and Bean rhizospheres. (1): 121-125. *Phytopathology* 72.
- Montoya Marmolejo, C. A., Hincapié, H., & Uribe Flores, V. (1997). *Principales enfermedades y plagas en el cultivo de la mora*. Caldas: Colombia.
- Mukhtar, I. (2008). Influence of Trichoderma species on seed germination in okra. *Mycopath*, 6(1&2), 47-50.
- OIRSA. (2004). *Proyecto Regional de Fortalecimiento de la vigilancia. Buenas prácticas agrícolas en mora orgánica*. Guatemala, Guatemala.
- Ozbay, N., & Newman, S. (2004). Effect of Trichoderma harzianum strain to colonize tomato roots and improve transplant growth. *Plant disease*(81), 492-496.
- Papavizas, G. (1985). *Manual de Biología, ecología y formas de actuación como un potencial controlador biológico*.
- Pedroza - Manrique, J. A. (2009). *Efecto del carbón activado, ácido indolacético (AIA) y bencil amino purina (BAP) en el desarrollo de protocormos de Epidendrum elongatum Jacq bajo condiciones in vitro*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rifai, M. (1969). A revision of the genus Trichoderma. *Mycological Papers*(116), 1-56.
- Rivillas, C. A., Castro Toro, Á. M., & Rivillas Osorio, C. A. (2012). *Trichoderma spp. modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café*. Caldas, Colombia: Cenicafé.



- Rojas González, S., García Lozano, J., & Alarcón Rojas, M. (2004). *Propagación Asexual de Plantas*. Florencia, Caqueta, Colombia: Productos Editoriales y Audiovisuales PRODUMEDIOS.
- Romero-Arenas, O., Huerta Lara, M., Damián Huato, M. A., Domínguez Hernández, F., & Arellano Victoria, D. A. (2009). Características de Trichoderma harzianum, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 11(2), 143-151.
- Ruiz Solsol, H., & Mesén, F. (2010). EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO Y TIPO DE ESTAQUILLA EN EL ENRAIZAMIENTO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis L.*). *Agronomía Costarricense*, 9.
- Sánchez Pérez, M. I. (2009). *Aislamiento y Caracterización Molecular y Agronómica de Trichoderma spp. Nativos del Norte de Tamaulipas*. Reynosa, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Santana, R. (2003). Efecto de Trichoderma sp (cepa TS-3) en el control de enfermedades fungosas de la papa. *Encuentro Nacional Científico Técnico debioplaguicidas*. (pág. 60). EXPO CREE.
- Segretín, M. E. (2006). *Los cultivos celulares y sus aplicaciones II (cultivos de células vegetales)*. Obtenido de argenbio.org: http://argenbio.org/adc/uploads/imagenes_doc/cultivos%20celulas/Cultivos%20celulares%20II%20Euge.pdf
- Valencia, H., Sánchez, J., & Valero, N. O. (2005). Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfato presentes en la rizósfera de Espeletia grandiflora y Calamagrosti effusa del Páramo el Granizo. (Unibiblos, Ed.) *Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia*, 177-193.
- Villegas Arenas, M. A. (2005). Trichoderma pres. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. *Agris - FAO*.
- Vuelvas Calderón, A., Gallegos Morales, G., Galindo Cepeda, M., & Hernández Castillo, F. (2015). *Producción y Actividad de Metabolitos Secundarios de Diferentes Especies de Trichoderma en la Producción Radicular del Cultivo de Melón (Cucumis melo L.)*. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Weaver, R. (1976). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. México: Trillas.
- Windham, M., Elad, Y., & Baker, R. (1986). A mechanism for increased plant growth induced by Trichoderma spp. *Phytopathology*, 76(5), 518-521.



ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN DEL UMBRÁCULO EN DONDE SE DESARROLLA EL ESTUDIO A NIVEL PARROQUIAL, CANTONAL, PROVINCIAL Y NACIONAL



Fuente: IGM 2003.

Elaboración: Arias F., 2015.



ANEXO 2. REGISTRO CLIMA.

REGISTRO PARA TOMA DE DATOS									
EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (<i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i>) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (<i>Rubus glaucus</i>).									
FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD		FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD	
	7AM	7PM	7AM	7PM		7AM	7PM	7AM	7PM
13/02/2015	18	19	60	55	23/03/2015	14	17	90	85
14/02/2015	23	17	70	7	24/03/2015	13	18	84	60
15/02/2015	20	17	64	60	25/03/2015	16	17	88	62
16/02/2015	16	22	62	64	26/03/2015	15	18	86	61
17/02/2015	14	16	63	57	27/03/2015	14	19	84	60
18/02/2015	16	17	64	56	28/03/2015	18	18	78	70
19/02/2015	16	14	65	55	29/03/2015	14	16	84	82
20/02/2015	11	21	66	43	30/03/2015	14	17	80	81
21/02/2015	11	20	79	45	31/03/2015	15	16	83	82
22/02/2015	14	18	57	56	01/04/2015	14	15	82	80
23/02/2015	16	17	53	54	02/04/2015	15	16	83	90
24/02/2015	15	19	76	57	03/04/2015	14	15	85	88
25/02/2015	14	19	83	56	04/04/2015	15	18	84	86
26/02/2015	15	18	75	48	05/04/2015	16	18	86	78
27/02/2015	15	14	88	46	06/04/2015	17	17	76	68
28/02/2015	14	16	74	52	07/04/2015	16	18	67	67
01/03/2015	13	15	75	56	08/04/2015	14	19	93	65
02/03/2015	14	16	84	54	09/04/2015	13	19	67	54
03/03/2015	15	17	83	78	10/04/2015	14	19	56	66
04/03/2015	15	20	81	54	11/04/2015	13	18	57	57
05/03/2015	16	19	78	52	12/04/2015	14	16	56	55
06/03/2015	14	20	79	56	13/04/2015	13	15	56	54
07/03/2015	15	21	68	55	14/04/2015	14	18	67	53
08/03/2015	16	22	67	57	15/04/2015	15	19	55	49
09/03/2015	14	21	65	48	16/04/2015	19	18	95	79
10/03/2015	15	20	59	50	17/04/2015	17	18	95	76
11/03/2015	17	18	62	59	18/04/2015	15	19	87	75
12/03/2015	16	19	64	60	19/04/2015	16	18	80	72
13/03/2015	19	20	65	61	20/04/2015	14	19	75	78
14/03/2015	18	19	75	59	21/04/2015	15	18	71	74
15/03/2015	20	21	73	57	22/04/2015	14	19	81	84
16/03/2015	18	19	60	56	23/04/2015	13	18	92	85
17/03/2015	19	17	61	63	24/04/2015	14	18	93	91
18/03/2015	13	16	94	95	25/04/2015	15	19	91	94
19/03/2015	14	19	93	79	26/04/2015	14	18	95	94
20/03/2015	15	18	94	80	27/04/2015	15	19	96	97
21/03/2015	13	17	94	82	28/04/2015	12	17	95	61
22/03/2015	13	16	95	84	29/04/2015	14	16	90	65

Fuente: F. Arias 2015.



ANEXO 3. REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO Y ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUSTRATO.

Fuente: INIAP 2015.



Fuente: INIAP 2015.



ANEXO 4. ANÁLISIS DE MUESTRA DE PRODUCTO BIOLÓGICO (TRICODERMA spp)



ANALISIS DE MUESTRA DE PRODUCTO BIOLÓGICO

DATOS DE INGRESO				
No de muestra	Código laboratorio	Fecha entrega resultados	Factura No.	RUC ó CI
004	P004	29/02/2016	001-004-0000000952	0910342379001

DATOS DEL REMITENTE		
Nombre del contacto:	Sr. Nelson Sagbay	
Empresa:	Comunidad Pamar Chacrin	
Dirección: Parroquia San Bartolomé Sigüig-Azuyay	Teléfono: 0990923531	Correo electrónico: nelsonsagbay1@hotmail.com

OBSERVACIONES ADICIONALES	
Nombre comercial: TRICHODERMA	
Producto: Líquido	

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo
 Telf.: (593 2) 3076004, Telefax: (593 3) 006433
 Correo electrónico: francesco.baez@iniap.gob.ec, marcia.ona@iniap.gob.ec
 Apartado Postal: 17-01-340
 Quito, Ecuador



RESULTADOS						
Código laboratorio	Microorganismo evaluado	Total de esporas/ml ó g	Viableidad (UFC/ml ó g)	Valor de actividad de agua (hu.)	Otros microorganismos	Concentración declarada
P004	Trichoderma sp.	1.98×10^7	2.12×10^7	0.9999 a 24.95 °C	Ausentes	Sin dato
OBSERVACIONES: MEDIO DE CULTIVO PDA + TRITON						
P003 Siembra del producto a diluciones (-4, -5).						
						
Colonias del hongo Trichoderma sp.						
FECHA: 29/02/2016						
 PROTECCIÓN VEGETAL EST. EXP. SANTA CATALINA I N I A P						
ING. FRANCISCO BAEZ RESP. DEPTO. PROTECCIÓN VEGETAL						

Panamericana Sur Km. 1 vía Tarmillo
Tels.: (593 2) 3078004, Telefax (593 30) 6433
Correo electrónico: francisco.baez@iniap.gob.ec, francesca.arias@iniap.gob.ec
Apartado Postal: 17-01-340
Quito, Ecuador

Fuente: INIAP 2016.



ANEXO 5. OFICIO LABORATORIO ESPECIFICANDO ESPECIE DE TRICHODERMA Y DOSIS.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
ACUACULTURA Y PESCA – MAGAP

ASOCIACIÓN DE DESARROLLO SOCIAL DE PAMAR
CHACRÍN

Sig sig, 11 de Febrero de 2015

Ing.
Fabián Arias Rodas

En respuesta al Memorando MAGAP-DPAAZUAY-2014-10474-M que realiza a la Dirección Provincial de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Azuay, y a la petición realizada a la Asociación de Desarrollo Social de Pamar Chacrín, en donde usted solicita el uso de Cepas de Trichoderma de las especies *T. harzianum* y *T. koningii*, que dispone nuestro centro artesanal de propagación de Bioinsumos, para la siguiente Investigación: EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICHODERMA (*T. harzianum*, *T. koningii*) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*), adjunto dos envases con Cepa A1 correspondiente a *T. harzianum* y A2 a *T. koningii*, además sugiero la siguiente dosis 20 cc / litro de agua.



Fuente: Laboratorio de Bioinsumos MAGAP – Asoc. Pamar Chacrín.



ANEXO 6. FICHA PRODUCTO HORMONAGRO.



Edifarm
GRUPO

HORMONAGRO® #1

COLINAGRO S.A.



Regulador de crecimiento

COMPOSICIÓN GARANTIZADA:

Ingrediente activo	%
Ácido alfa-naftalenacético (Fitohormona)	0.40
Ingredientes inertes	99.60

HORMONAGRO # 1 es un poderoso estimulante, para formar un mayor sistema radicular en las plantas. Ideal para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes. Datos recientes indican que las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento de HORMONAGRO # 1 fomenta eficazmente el enraizamiento.

Las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento contenidos en HORMONAGRO # 1 son de origen similar a las producidas normalmente por la planta.

Los "reguladores de crecimiento" que componen HORMONAGRO # 1 contienen una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA (ácido indolbutírico) y AIA (ácido indolacético).

MÉTODOS DE USO:

Método A: Vierta parte del contenido del frasco en una vasija esmaltada, y sumerja las estacas 2.5 cm de la base en el polvo fitohormonal HORMONAGRO # 1 durante 5 segundos y luego proceda a la siembra.

Método B: Tome una parte de HORMONAGRO # 1 y rienda 30 partes de agua, sumerja 2.5 cm de la base de las estacas en esta mezcla preparada durante 16 horas; luego proceda a la siembra.

DOSIFICACIÓN HORMONAGRO #1:

PROBLEMA	DOSIS
Enraizamiento de estacas y esquejes	Introducir el tallo en el polvo y llevar a bancos de enraizamiento.
En bancos de enraizamiento	0.3 - 0.4 g/ml ² en agua (aplicar al suelo cada semana).

PRECAUCIONES: En el método B, la solución debe desecharse después de haber sido usada una vez. En el método B se deben utilizar estacas que tengan varias yemas y 2 ó 3 hojas. Las estacas deben tener unos 15 cm de largo. Se introducen en tierra o arena 10 cm. No utilice estacas demasiado tiernas. Mantenga el suelo o la arena con suficiente humedad. No ponga la solución de HORMONAGRO # 1 en recipientes metálicos.

PRESENTACIONES:

Funda x 100 g.

Funda x 1 kg.

REGISTRO MAGAP: 03149494,

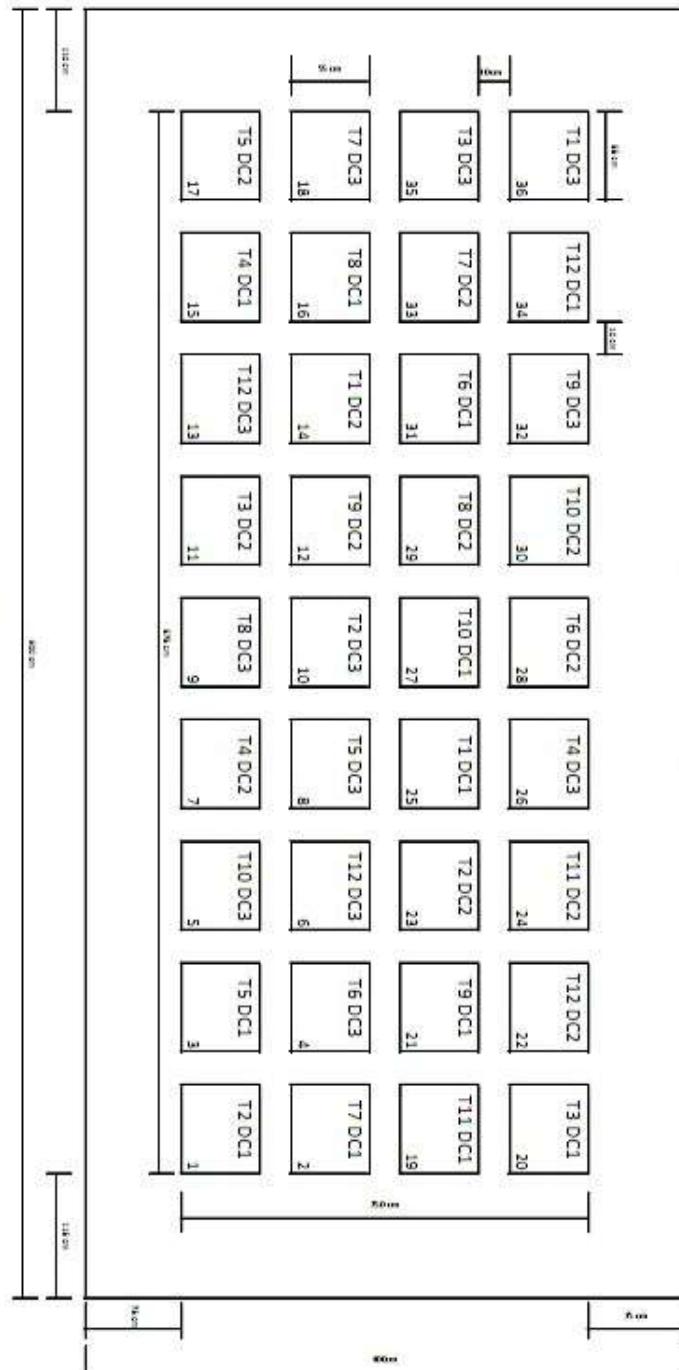
Fabricante: COLINAGRO S.A.

Fuente: Ecuaquímica 2014.



ANEXO 7. DISEÑO EN BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR DE LA INVESTIGACIÓN.

DISTRIBUCIÓN DEL EXPERIMENTO BAJO DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR.



T1 = *T. horzianum* -50%
 T2 = *T. horzianum* -25%
 T3 = *T. horzianum* dosis normal
 T4 = *T. horzianum* + 25 %
 T5 = *T. horzianum* + 50%
 T1 = *T. konigii* -50%
 T2 = *T. konigii* -25%
 T3 = *T. konigii* dosis normal
 T4 = *T. konigii* + 25 %
 T5 = *T. konigii* + 50%

T11 = Hormona sintética (Hormonanogra)
 T12 = Agua
 DC1= Días a cosecha 45 días
 DC2= Días a cosecha 60 días
 DC3= Días a cosecha 75 días

Fuente: F. Arias 2015.



ANEXO 8. MATRIZ PARA TOMA DE DATOS.

EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE TRICODERMA (<i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i>) COMO ESTIMULANTES DEL DESARROLLO RADICULAR DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (<i>Rubus fruticosus</i>). TOMA DE DATOS 2015.							
Tratamiento	planta	Largura raiz (cm)	Número de raíces	Número de brotes con hojas	Peso Raiz fresco	Peso Raiz seco	Observaciones
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27						
	28						
	29						
	30						

Fuente: F. Arias 2015.



GLOSARIO.

Acodos: Es un concepto que se vincula al verbo acodar: curvar algo a la manera de un codo (el sector prominente de la articulación que une el antebrazo con el brazo, o aquello encorvado en un arco o ángulo).

Auxinas: Las auxinas son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células.

Biocontrol: Se refiere al control Biológico. Es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo.

Biotransformación: Por biotransformación o biocatálisis se entiende todo proceso por el que una sustancia se transforma en otra mediante reacción o conjunto de reacciones.

Celulosa: Sustancia sólida, blanca, amorfía, inodora y sin sabor, e insoluble en agua, alcohol y éter, que constituye la membrana celular de muchos hongos y vegetales.

Citoquininas: Las citoquininas son glucoproteínas o proteínas de bajo peso molecular producidas durante la fase de iniciación o en la fase efectora de la respuesta inmune con el objeto de mediar y regular la amplitud y duración de las respuestas inmune/inflamatorias.

Desdiferenciación: Células capaces de rejuvenecerse y transformarse en meristemáticas.

Endógena: Que se forma o engendra en el interior de algo, como la célula que se forma en el interior de otra. Que se origina por causas internas.

Fitohormonas: también llamadas hormonas vegetales, son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas.



Fitorreguladores: es un producto regulador del crecimiento de las plantas; normalmente se trata de hormonas vegetales (fitohormonas), y sus principales funciones son estimular o paralizar el desarrollo de las raíces y de las partes aéreas.

Giberelina: es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas. Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas y frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo como así también la elongación de órganos axiales.

Hemicelulosa: Cualquier elemento de un grupo de polisacáridos que constituyen la parte principal de los componentes esqueléticos de las paredes celulares de las plantas y se parecen a la celulosa, aunque son más solubles y se extraen y descomponen con más facilidad.

Hidrolítico: Reacción química en la que el agua reacciona doblemente con otro compuesto, pasando el hidrógeno a uno de los compuestos y el hidroxilo a otro.

Meristemos: Es el tejido embrionario que se halla en los lugares de crecimiento de la planta y está formado por células que se dividen continuamente para originar otros tejidos.

Metabolito: Cualquier sustancia o molécula que se genera a lo largo del metabolismo de otra sustancia.

Ontogenia: Formación y desarrollo individual de un organismo, referido en especial al período embrionario.

Plántulas: Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.

Quitinolítica: son reacciones capaces de hidrolizar la quitina a monómeros de N-acetyl glucosamina (GlcNAc), esta enzima es producida o liberada por plantas y microorganismos.



Rediferenciación celular: Son meristemos secundarios que después del proceso de diferenciación celular al entrar en actividad, producen tejidos permanentes secundarios.

Trichoconinas: Sustancias producidas por la cepa de hongo *Trichoderma*, que sirven para el biocontrol de organismos patógenos.

Trichoderma: es un hongo que también es usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Algunos productos comerciales fabricados con este hongo han sido efectivos en el control de enfermedades. También se utiliza para la fabricación de enzimas.