

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGIA Y AMBIENTE I VERSION

**Tema: “EVALUAR LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS
(*Pisolithus tinctorius*) EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVAR
DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)”**

Trabajo de Investigación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magister

Autor: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Director: Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo

Ambato - Ecuador

2013

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “EVALUAR LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS (*Pisolithus tinctorius*) EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVAR DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)”, presentado por: el *Ingeniero Segundo Fabián Zúñiga Altamirano*, conformado por *Ingeniero Magíster Eduardo Cruz Tobar*, *Ingeniero Magíster Luciano Valle Velastegui* e *Ingeniero Magíster Segundo Curay Quispe*, Miembros del Tribunal, *Ingeniero Magíster Pedro Sánchez Cobo*, Director del trabajo de investigación y presidido por: *Ingeniero Magíster Hernán Zurita Vásquez*, Presidente del Tribunal; *Ingeniero Magíster Juan Garcés Chávez* Director de Posgrado, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Mg Hernán Zurita Vásquez
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
Director de Posgrado

Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo
Director de Trabajo de Investigación

Ing. Mg. Eduardo Cruz Tobar
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Luciano Valle Velastegui
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Segundo Curay Quispe
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema: “EVALUAR LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS (*Pisolithus tinctorius*) EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVAR DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)”, nos corresponde exclusivamente a: *Ingeniero Segundo Fabián Zúñiga Altamirano*, Autor y de *Ingeniero Magíster Pedro Sánchez Cobo*, Director del trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano
Autor

Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano
C.C.180155056

DEDICATORIA

Al culminar una nueva e importante meta de mi vida, dedico con todo cariño el fruto de mi tesón, esfuerzo y responsabilidad reflejado en esta investigación; a Dios por darme sabiduría, salud y vida e iluminarme en cada momento de mi vida, a la memoria de mi padre Sgto. Segundo Cesar Zúñiga Hernández y de mi padre político Sr. Carlos Alberto Quezada Rodríguez, a mis queridos hijos Ing. Fabián Mauricio, Ing. Cristian Leandro y Xavier Patricio Zúñiga Quesada, como también a mi amor y compañera de mi vida Anita Lucia Quesada Núñez, a mi madre María Noemí Altamirano Oñate así como también a mi madre política María Magdalena Núñez Fiallos. Así mismo dedico con mucho afecto a mis tiernos nietos Fabián Emanuel y Boris Mauricio a mis hijas políticas Mariuxi y María, a mis hermanos, a mi familia, a mis amigos por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTO

Uno de los valores más nobles que el ser humano debe cultivar es su gratitud y esta vez deseo exteriorizar mi lealtad a la Universidad Técnica de Ambato, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias FCAGP institución prestigiosa de clase “A” que me abrió las puertas para desarrollarme profesionalmente, una vez más con una formación académica de cuarto nivel.

A las honorables autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Ingeniero Mg. Hernán Zurita Vásquez Decano, Ingeniero Mg. Giovanny Velástegui Espín Subdecano, e Ingeniero Mg. Fidel Rodríguez Aguirre Coordinador de Carrera por su compromiso al frente de la institución. A la Ingeniera Mg. Nelly Cherres Romo Coordinadora Académica, al Ingeniero Mg. Alberto Gutiérrez Alban Coordinador de Posgrado, así como también a los Docentes de la Maestría en Agroecológica y Ambiente I Versión, por su trabajo tesonero desplegado a fin de que el programa llegue a su feliz término y por sus sabias enseñanzas compartidas en cada uno de los módulos.

Mi afectuoso agradecimiento a los señores Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Ingeniero Mg. Pedro Sánchez Cobo tutor de la investigación por sus oportunas sugerencias para llevar adelante la investigación, Ingeniero Mg. Luciano Valle Velastegui e Ingeniero Mg. Segundo Curay Quispe miembros del tribunal de calificación de tesis por sus sabios conocimientos compartidos en el perfeccionamiento de la investigación, de manera especial al Ingeniero Mg. Eduardo Cruz Tobar miembro del tribunal calificador por sus observaciones, recomendaciones y sugerencias en la presentación y redacción técnica del presente documento.

Mi agradecimiento imperecedero al Ingeniero Mg. Aníbal Martínez Salinas investigador del INIAP por su valioso asesoramiento en la investigación, al personal Académico y Administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de manera especial al Ingeniero William Oviedo Albán por su aporte intelectual para la presentación final del documento, mil gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Al Consejo de Posgrado de la UTA.....	ii
Autoría de la investigación.....	iii
Derechos de autor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de ilustraciones.....	xxi
Resumen ejecutivo.....	xxv
Executive summary.....	xxvi
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	5
Problema de investigación.....	5
Tema de investigación.....	5
Planteamiento del problema.....	5
Contextualización.....	5
Análisis crítico.....	8
Prognosis.....	9
Formulación del problema.....	10
Interrogantes (Sub-problemas).....	10
Delimitación objeto de investigación.....	10
Justificación.....	11
Objetivos.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	14

CAPITULO II.....	15
Marco teórico.....	15
Antecedentes investigativos.....	15
Fundamentaciones.....	16
Fundamentación filosófica.....	16
Fundamentación legal.....	17
Categorías fundamentales.....	21
Marco teórico conceptual.....	21
Agricultura limpia y agroecología.....	21
Definición y principios.....	22
Utilización microorganismo como estrategia de P. L.....	22
Las micorrizas.....	23
Definición.....	23
Utilización.....	26
Beneficios para la planta.....	27
Beneficios para el suelo.....	28
Micorriza fungifert.....	32
El cultivo del tomate de árbol.....	34
Breve descripción del cultivo.....	34
Origen y localización.....	34
Descripción.....	34
Requerimientos nutricionales.....	35
Crecimiento y desarrollo vegetal.....	34
El desarrollo de la planta.....	38
Hipótesis.....	39
Señalamiento de variables.....	39
Variables independientes.....	39
Variables dependientes.....	39
Operacionalización de variables.....	39

CAPITULO III.....	41
Metodología de la investigación.....	41
Enfoque modalidad y tipo de investigación.....	41
Ubicación del ensayo.....	41
Fase de vivero.....	42
Fase de campo.....	42
Factores en estudio.....	43
Variedades de tomate de árbol.....	40
Dosis de micorrizas.....	40
Testigos.....	40
Diseño experimental.....	40
Tratamientos.....	43
Análisis utilizados en el ensayo.....	43
Análisis estadístico.....	43
Análisis económico.....	44
Características del ensayo.....	44
Recolección de la información.....	45
Mediciones de variables.....	46
Altura de planta.....	46
Número de hojas/planta.....	46
Peso fresco de raíces.....	47
Volumen del sistema radicular.....	47
Peso fresco del tallo.....	47
Diámetro del tallo.....	47
Longitud de hojas/planta.....	49
Determinación de la presencia de microorganismos.....	49
Manejo del ensayo.....	49
Preparación del sustrato.....	49
Descontaminación del sustrato.....	49
Enfundado.....	50
Aplicación de micorrizas.....	48

Control de malezas.....	48
Controles fitosanitarios.....	48
Riegos.....	48
Preparación del terreno.....	49
Trazado de parcelas.....	49
Determinación de la presencia de microorganismos.....	49
Preparación de hoyos y diseño de canales.....	49
Descontaminación del suelo.....	50
Nutrición.....	50
Aplicación de micorrizas fungifert.....	50
Plantación.....	50
Riegos.....	51
Control de malezas.....	53
Controles fitosanitarios.....	53
 CAPITULO IV.....	 55
 Resultados, análisis estadístico y discusión.....	 55
Fase de vivero.....	55
Altura de planta.....	55
Número de hojas.....	59
Peso fresco del tallo.....	64
Diámetro del tallo.....	69
Peso fresco de la raíz.....	73
Volumen del sistema radicular.....	78
Longitud de hojas/planta (parte baja).....	83
Longitud de hojas/planta (parte media).....	87
Longitud de hojas/planta (parte bandera).....	92
Fase de campo.....	97
Altura de planta.....	97
Número de hojas.....	101
Peso fresco del tallo.....	105

Diámetro del tallo.....	109
Peso fresco de la raíz.....	114
Volumen del sistema radicular.....	118
Longitud de hojas/planta (parte baja).....	123
Longitud de hojas/planta (parte media).....	127
Longitud de hojas/planta (parte bandera).....	131
Análisis económico.....	136
Verificación de la hipótesis.....	139
CAPITULO V.....	140
Conclusiones y recomendaciones.....	140
Conclusiones.....	140
Fase de vivero.....	140
Fase de campo.....	141
Recomendaciones.....	147
CAPITULO VI.....	134
Propuesta.....	134
Título.....	144
Fundamentación.....	144
Objetivo.....	145
Justificación e importancia.....	145
Implementación/plan de acción.....	146
Fase I vivero.....	146
Preparación del sustrato.....	146
Descontaminación del sustrato.....	146
Enfundado.....	146
Aplicación de micorrizas.....	147
Control de malezas.....	147
Controles fitosanitarios.....	147

Riegos.....	147
Evaluación y administración.....	147
Bibliografía.....	148
Anexos.....	153

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág
CUADRO 1.	VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DE MICORRIZAS (<i>Pisolithus tinctorius</i>) EN TOMATE DE ARBOL (<i>Solanum betacea</i>).....	40
CUADRO 2.	VARIABLE DEPENDIENTE: CRECIMIENTO Y DESARROLLO.....	40
CUADRO 3.	TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	43
CUADRO 4.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y FUNCIONAL.....	44
CUADRO 5.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	55
CUADRO 6.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	57
CUADRO 7.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	58
CUADRO 8.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLAN TA.....	58
CUADRO 9.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS/PLANTA.....	60
CUADRO 10.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA.....	62
CUADRO 11.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR	

	VARIETADES EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA.....	63
CUADRO 12.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.....	63
CUADRO 13.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	65
CUADRO 14.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	66
CUADRO 15.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIETADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	67
CUADRO 16.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	68
CUADRO 17.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	69
CUADRO 18.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	71
CUADRO 19.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIETADES EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	72
CUADRO 20.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	72
CUADRO 21.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	74
CUADRO 22.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR	

	TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	76
CUADRO 23.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	76
CUADRO 24.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	77
CUADRO 25.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	79
CUADRO 26.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	81
CUADRO 27.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	81
CUADRO 28.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	82
CUADRO 29.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	84
CUADRO 30.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS. BAJERAS/PLANTA.....	85
CUADRO 31.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	86

CUADRO 32.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	86
CUADRO 33.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	88
CUADRO 34.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	89
CUADRO 35.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	90
CUADRO 36.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HO- JAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	91
CUADRO 37.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA.....	92
CUADRO 38.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA...	94
CUADRO 39.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5 % PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA.....	95
CUADRO 40.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA.....	95
CUADRO 41.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	98

CUADRO 42.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	99
CUADRO 43.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	100
CUADRO 44.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA.....	100
CUADRO 45.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA.....	102
CUADRO 46.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA.....	103
CUADRO 47.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA.....	104
CUADRO 48.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	105
CUADRO 49.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	107
CUADRO 50.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	108
CUADRO 51.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO.....	108
CUADRO 52.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	110

CUADRO 53.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	111
CUADRO 54.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMO SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	112
CUADRO 55.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	113
CUADRO 56.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	114
CUADRO 57.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	116
CUADRO 58.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	116
CUADRO 59.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ.....	117
CUADRO 60.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	119
CUADRO 61.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	120
CUADRO 62.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	121

CUADRO 63.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR.....	122
CUADRO 64.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	124
CUADRO 65.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	125
CUADRO 66.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIETADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	126
CUADRO 67.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA.....	126
CUADRO 68.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	128
CUADRO 69.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	129
CUADRO 70.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIETADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	130
CUADRO 71.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA.....	130
CUADRO 72.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS	

	BANDERA/PLANTA.....	132
CUADRO 73.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA...	133
CUADRO 74.	PRUEBA DE DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA AL 5 % PARA EL FACTOR VARIETADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA.....	134
CUADRO 75.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HO- JAS BANDERA/PLANTA.....	135
CUADRO 76.	COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTOS.....	136
CUADRO 77.	INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTOS.....	137
CUADRO 78.	BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTOS.....	137
CUADRO 79.	ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS.....	138
CUADRO 80.	TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS.....	138

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA EN TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	59
FIGURA 2. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RELACIÓN A LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	64
FIGURA 3. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, RESULTADO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS REFERENTE A LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	68
FIGURA 4. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS SOBRE LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	73
FIGURA 5. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RELACIÓN A LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	77
FIGURA 6. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE VOLUMEN DEL	

	SISTEMA RADICULAR, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO	82
FIGURA 7.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	87
FIGURA 8.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, RELACIÓN DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS DE LA PARTE MEDIA, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	91
FIGURA 9.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, CONSECUENCIA DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS REFERENTE A LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERAS EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE VIVERO.....	96
FIGURA 10.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, RELACIÓN DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS A CERCA DE LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	101
FIGURA 11.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA EN TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	104
FIGURA 12.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE PESO FRESCO	

	DEL TALLO, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	109
FIGURA 13.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, RELACIÓN DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	113
FIGURA 14.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	117
FIGURA 15.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, EFECTO DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RE- LACIÓN A LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	122
FIGURA 16.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, VALOR DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RAZÓN A LA VARIABLE. LONGITUD DE HOJAS BAJERAS, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	127
FIGURA 17.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, VALOR DE LA VARIABLE DOSIS DE MICORRIZAS CON RAZÓN A LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS DE LA PARTE MEDIA, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	131
FIGURA 18.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, RAZÓN DE LA VARIABLE. DOSIS DE MICORRIZAS CON RESPECTO A LA VARIABLE .LONGITUD DE	

HOJAS DE LA PARTE BANDERA, EN PLANTAS DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FASE DE CAMPO.....	135
---	-----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE I VERSIÓN

Tema: “EVALUAR LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS (*Pisolithus tinctorius*) EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVAR DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)”

Autor: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Director: Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo

Fecha: septiembre 2013

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de la investigación es la generación de nuevos conocimientos y tecnología para la producción limpia, mediante la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en dos variedades del cultivar de tomate de árbol (*Solanum betacea*), en las condiciones agroecológicas de la Granja Experimental Docente Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato. Los mejores resultados en las variables altura de planta, número hojas/planta, longitud de hojas (bajera, media y bandera), peso y diámetro del tallo, peso y volumen del sistema radicular, en la Fase de vivero con respecto a los testigos, se alcanzaron en los tratamientos que recibieron micorrizas en dosis de 20 g/planta. En la Fase de campo se registraron resultados con la misma tendencia con la aplicación de 60 g/planta de micorrizas. Estos resultados influyeron en mejor crecimiento y desarrollo de las plántulas, así como en la variación de la población de los microorganismos del suelo, por esta razón se está recomendando su aplicación a través de una propuesta técnica elaborada para el efecto.

Descriptores del trabajo de investigación: plantas de tomate de árbol, micorrizas, vivero, campo, análisis y microbiológico del suelo.

AMBATO TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES
POSTGRADUATE DIRECTION
MASTERY IN AGRO-ECOLOGICAL AND ENVIROMENT I VERSION

Topic: "TO EVALUATE THE APPLICATION OF MYCORRHIZAE
(*Pisolithus tinctorius*) IN TWO VARIETIES OF GROWING TOMATO TREE
(*Solanum betacea*)"

Author: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Director: Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo

Date: September 2013

EXECUTIVE SUMMARY

The goal of this research is the generation of the new knowledge and technology to have clean production, applying mycorrhizal (*Pisolithus tinctorius*) in two varieties of growing tomato tree (*Solanum betacea*) in the agro-ecological conditions from Experimental Farm of Querochaca from the Faculty of Agricultural Sciences in the Ambato Technical University. The best results in the variables such as: plant height, leaves/plants number, leaves length (low, medium and flag), weight and stem diameter, weight and volume of the root system, in the greenhouse Phase regarding to the witnesses were reached in the treatments which received the mycorrhizal in a 20 g/plant dose. In the field Phase were registered results with the same trend, with the application of 60 g/mycorrhizal plant. These results carried weight in better growth of the plantulas so as in the variation of the microorganisms population from the ground, for this reason I am recommended their application through a technic proposal done to the effect.

Descriptors of this research job: plants, tomato tree plants, mycorrhizal, greenhouse, ground, and microbiological analysis of soil.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en dos variedades del cultivar de tomate de árbol (*Solanum betacea*), mejorar la población de los microorganismos del suelo y determinar la eficiencia económica de los tratamientos, obteniendo plantas de calidad con un buen crecimiento y desarrollo, a fin de incrementar la productividad y posteriormente transferir los resultados a los productores de nuestro país. En el trabajo se presentan los análisis y discusión de los resultados logrados y procesados con la aplicación de un modelo estadístico apropiado y pruebas de significación.

La utilización de hongos formadores de micorrizas dentro de un cultivo agroecológico, se hace necesaria ya que además de contribuir de alguna manera con la solubilización del elemento fósforo, indispensable para el desarrollo de las plantas, provoca el crecimiento en altura de planta, número de hojas, peso y diámetro del tallo, peso y volumen del sistema radicular por consiguiente una mayor absorción de nutrientes por parte de la planta, mayor longitud de las hojas, etc., induciendo mayor eficiencia de los fertilizantes y por ende la reducción de su uso.

Debido a que este cultivo se va aumentando progresivamente, es esta la razón para que se haya analizado y en la mayoría de estas áreas cultivadas no emplean productos biológicos que mejore su crecimiento y desarrollo, así como su producción y paralelamente minimice la contaminación del medio ambiente natural, debido a que los agricultores siguen utilizando productos tóxicos y muy tóxicos de mucha durabilidad dentro del suelo y fruto ya que el tomate de árbol (*Solanum betacea*), se consume inmediatamente después de cosechada, la misma que puede traer consecuencias muy graves para la salud humana. La investigación se realizó en dos lugares; la Fase de vivero en la parroquia García Moreno, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Las coordenadas geográficas de esta zona son: 01°20'02" de latitud Sur y 78°32'21" de longitud Oeste, a una altura de 2540 msnm con una temperatura promedio de 14,9 °C, precipitación promedio anual de

446,3 mm y de acuerdo a Holdridge (1982), el área corresponde a bosque seco montano bajo (bs-MB). La Fase de campo se ejecutó en la Granja Experimental Docente de Querochaca perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias FCAGP de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, según el Instituto Geográfico Militar (1991), las coordenadas geográficas de esta zona son: 01°22'02" de latitud Sur y 78°36'21" de longitud Oeste, a una altura de 2850 msnm, con una temperatura promedio de 12 °C, con una humedad relativa 78% y 400 a 450 mm de precipitación.

El ensayo se realizó utilizando el diseño de bloques completamente al azar, con factorial de $2 \times 3 + 2$, con tres repeticiones. (2 variedades, 3 dosis, 2 testigos). Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de significación de Tukey al 5% para el factor dosis e interacciones y de diferencia mínima significativa (DMS) al 5% para el factor variedades, así como polinomios ortogonales para el factor dosis.

Las aplicaciones de micorrizas se realizó en 2 Fases: La primera aplicación corresponde a la Fase I se efectuó antes del trasplante a las fundas (vivero) al fondo y alrededor de las raíces la cantidad de 10-20-30 g/planta y la segunda aplicación en Fase II en el sitio definitivo (campo) con las dosis de 40-60-80 g/planta se aplicó al suelo al fondo y alrededor de las raíces.

Se utilizó una Población de 480 plantas de tomate de árbol (*Solanum betacea*) y una Muestra de 240 plantas de tomate de árbol (*Solanum betacea*). La aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) contribuyó positivamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate de árbol en las variedades gigante amarillo y gigante mora, tanto en la Fase de vivero como en la Fase de campo o lugar definitivo.

En la Fase de **vivero** los mejores resultados con respecto a la variable altura de planta se obtuvieron con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), alcanzando una altura de 24,30 cm con relación al tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin

tratamiento) con una altura de 17,67 cm. por consiguiente también se consigue un mayor número de hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) siendo de 5,17 hojas por planta y el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con 3,78 hojas por planta. Se logró también la mejor respuesta en lo que se refiere a la variable peso fresco del tallo en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) con un valor de 4,37 g sin embargo, no se observa resultados significativos en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) que alcanzó únicamente 2,82 g de peso fresco del tallo. Paralelamente a estos resultados, se obtuvieron también un mayor peso fresco del tallo con 4,37 g y mayor diámetro del tallo con un valor de 6,17 mm, peso radicular con un valor de 4,21 g y volumen radicular con 5,88 cm³, longitud de hojas bajas 12,51 cm, medias 10,88 cm, y bandera con 8,17 cm.

En la Fase de **campo** el estudio de las micorrizas permitió también observar una mejor respuesta en lo que tiene que ver con la variable peso fresco de la raíz el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), alcanzó únicamente 20,21 g con respecto al tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), siendo su valor de 26,51 g de peso fresco de la raíz. Esto enlaza con la variable volumen del sistema radicular el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), que alcanzó el menor promedio en comparación con el resto de tratamientos siendo su valor de 22,44 cm³ de volumen del sistema radicular, especialmente al comparar con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), que alcanzó el valor más alto de 28,81 cm³.

En las siguientes variables que también se consideró en la investigación se refieren a la longitud de las hojas tanto de la parte baja, así como de la parte media y bandera, siendo los resultados en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas) de 33,25 cm; 27,25 cm y 19,00 cm en su orden. En cambio que las respuestas del tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), alcanzó los valores de 24,17 cm; 17,00 cm y 11,50 cm respectivamente, demostrando una vez más que los

tratamientos con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas), fueron los que arrojaron mejores resultados en la Fase de campo. Igual ocurrió con el resto de variables altura de la planta 51,42, número de hojas, peso 135,22 g y diámetro del tallo 27,25 mm.

El análisis económico de los tratamientos a nivel de vivero en base al método del presupuesto parcial propuesto por Perrin et al (1988), demostró que los tratamientos del nivel D1 (10 g/planta de micorrizas), registraron la mayor tasa marginal de retorno de 136,84%, siendo desde el punto de vista económico los de mayor rentabilidad, por lo que se justifica la aplicación de micorrizas al cultivo.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Tema de investigación: “EVALUAR LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS (*Pisolithus tinctorius*) EN DOS VARIEDADES DEL CULTIVAR DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)”.

Planteamiento del problema

Contextualización

En América Latina la agricultura y la ganadería, que se consideran las actividades productivas más importantes para luchar contra la pobreza y mejorar la calidad de vida de la población, son a la vez responsables de la mayor destrucción ecológica en la región y país (Suquilanda, 2003).

Hasta el momento, la tecnificación de las prácticas agrícolas ha logrado aumentar la producción de alimentos en el mundo, aunque esto ha estado acompañado por la provisión de masivas dosis de insumos costosos, como combustibles fósiles, junto con otros subsidios como plaguicidas, fertilizantes, semillas híbridas, etc.

Esto ha provocado una serie de problemas ambientales, entre los que pueden citarse:

La contaminación de ciertos alimentos de consumo directo como la leche, frutas, productos hortícolas y el agua.

La contaminación de los ríos principalmente en zonas de regadío, donde se hace uso intensivo de fertilizantes de síntesis química.

La contaminación producida por las fábricas de plaguicidas.

Existe además, otro grupo de problemas ambientales relacionados con las prácticas agrícolas, aunque no son percibidos con la misma magnitud y urgencia por la sociedad, son más graves porque afectan directamente la potencialidad productiva y la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Entre estos problemas se pueden mencionar:

La dependencia creciente de combustibles fósiles y la disminución de la eficiencia productiva en términos energéticos. La pérdida de la capacidad productiva de los suelos, debido a la erosión, degradación, salinización y desertificación de los mismos.

El uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes, etc.).

El desarrollo de resistencia a los plaguicidas de ciertos insectos y malezas.

La pérdida de viabilidad genética de los principales cultivos (erosión génica).

Estos problemas demuestran que el manejo irracional del agro ecosistema pone en peligro tanto la calidad del ambiente como la capacidad productiva del mismo. Lo señalado obligan a tomar conciencia de que estos problemas ambientales no son una consecuencia lógica e inevitable de las actividades agrícolas, si no de un modo de concebir y hacer agricultura.

Suquilanda (1995), manifiesta que el uso y abuso en la aplicación de agroquímicos de síntesis química han empobrecido biológicamente al suelo, por cuyo motivo el tan publicitario incremento de los rendimientos productivos que se pretendía conseguir con la aplicación del paquete tecnológico generado por la "Revolución Verde" se ha convertido en un negocio ruinoso a mediano plazo, ya que el suelo indefectiblemente va perdiendo su fertilidad y por ende su capacidad productiva.

La utilización de fertilizantes en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*), ha provocado serios problemas ecológicos que saturan las tierras cultivables y contaminan los mantos acuíferos naturales, modificando así los ecosistemas e incluso intoxicaciones en el ser humano. De acuerdo a lo señalado por

Agroecuador (2003), uno de los problemas más grandes que enfrenta la agricultura en el mundo desde hace mucho tiempo está relacionado con el ataque a los cultivos por plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales provocadas por diversos agentes. Durante mucho tiempo se han utilizado agroquímicos para el control de plagas, patógenos de plantas y nutrición de las mismas, los cuales han logrado el control y estabilización de los cultivos. Sin embargo, la utilización de plaguicidas ha provocado serios problemas ecológicos; en efecto, es conocido que los plaguicidas saturan las tierras cultivables, se infiltran y contaminan los mantos acuíferos naturales modificando así los ecosistemas.

El uso indiscriminado de agroquímicos y sobre todo de fertilizantes de síntesis química en la provincia de Tungurahua, explican al cierre de cada año altos niveles de intoxicaciones por este motivo. Anualmente se registra un mínimo de 500 casos de intoxicación por sobreutilización de plaguicidas, manipulación equivocada de los envases y también por falta de precauciones antes, durante y después de su aplicación en los suelos (Lozada, 2010).

Lozada (2010) menciona que Tungurahua, es una de las provincias que registra mayor incidencia de este problema, sin que se haya podido hacer mayor cosa para disminuir esta realidad. Los cantones que más casos de intoxicación por plaguicidas presentan: Cevallos, Quero, Píllaro y en algunos sectores del cantón Ambato.

La Estrategia Agropecuaria impulsada por el H. Consejo Provincial de Tungurahua elaborada entre los años 2005-2007, considera como estrategia la producción agropecuaria limpia, basada en el fomento de la producción asociativa agro ecológica que permita restaurar la productividad, la biodiversidad, la fertilidad del suelo y por esta vía lograr la seguridad y soberanía alimentaria y la conservación de los recursos naturales. En la línea sobre, manejo de los recursos naturales, considera la contribución al mejoramiento y descontaminación de la calidad del ambiente por medio de una utilización sostenible de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación). Existe al momento la Normativa de una Agricultura Limpia Tungurahua, que garantiza que los productos de consumo

humano cumplan con los requisitos mínimos de inocuidad, contribuyendo a proteger la salud de los consumidores y a fortalecer la sostenibilidad ambiental, para lo cual los procesos de producción agrícola pueden certificarlas a base de su cumplimiento de la normativa de una agricultura limpia, en especial de frutas y hortalizas frescas (El proceso de Construcción de la Estrategia Agropecuaria de Tungurahua, 2007).

Análisis crítico

La producción agrícola hasta el momento ha tenido una orientación reduccionista, productivista y de corto plazo derivados de la filosofía de la denominada "Revolución Verde". Bajo esta concepción, la investigación y el desarrollo de los modernos sistemas de producción de alimentos fue orientado a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales destinados a maximizar el rendimiento del cultivo bajo cualquier situación ecológica (Bernal y Morales, 2006).

La capacidad potencial de los cultivos debía ser llevada al máximo proporcionándole las condiciones ecológicas ideales, que se lograban eliminando con plaguicidas a los competidores (malezas) y depredadores (plagas y patógenos) y suministrando los nutrientes necesarios en forma de fertilizantes sintéticos.

Los avances tecnológicos de la "Revolución Verde" o la tecnología convencional, no han constituido una respuesta eficiente a la heterogeneidad característica del sector rural, ya que "sus recetas" no resultan siempre apropiadas para la subsistencia de las comunidades que viven en tierras marginales o poco fértiles.

En la actualidad se reconoce que el mantenimiento y aumento de la productividad de los sistemas agropecuarios, conjuntamente con la conservación de los recursos naturales es uno de los mayores desafíos de la humanidad para las próximas décadas.

Por lo tanto es necesario desarrollar una agricultura sustentable, que sea económicamente viable, suficientemente productiva y que conserve la base de

recursos naturales y preserve la integridad del ambiente a nivel local, regional y global (Bernal y Morales, 2006).

Para ello se requiere un manejo diferente de los sistemas agropecuarios que contemple:

Un aumento de la biodiversidad de los sistemas productivos.

Una menor dependencia del uso de insumos externos: combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes de síntesis química.

Un mayor aprovechamiento de procesos naturales (reciclaje de materia orgánica y nutriente, fijación de nitrógeno y relación depredador-presa) en la producción agrícola.

Un menor daño al ambiente y/o a la salud de agricultores y consumidores.

Una producción eficiente y rentable con énfasis en mejores técnicas de manejo y conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos.

Es necesario entonces, un nuevo paradigma que considere las interacciones de todos los componentes antes mencionados. La presente investigación con la utilización de micorrizas como técnicas agroecológicas, para mejorar la producción en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*), surge entonces como un nuevo enfoque, más amplio que reemplaza la concepción puramente química por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas políticas y culturales.

De esta manera se pretende que los pequeños agricultores tengan mayor acceso a emplear técnicas agroecológicas amigables con la naturaleza.

Prognosis

Si contemplamos la situación actual por la que estamos atravesando y se observa la fertilización química excesiva, controladores de plagas y enfermedades altamente tóxicos, la utilización de mantos acuíferos contaminados que es un elemento clave para el crecimiento sustentable, ya que es la base de casi todo tipo de actividad económica, desde la agricultura hasta la manufactura, energía y

consumo de alimentos tóxicos, el productor tiene desconocimiento de las nuevas técnicas agroecológicas de cultivo, de controladores biológicos etc., fácilmente se ve el impacto que estamos causando en la agricultura y si no tomamos las medidas preventivas y correctivas vamos a vernos avocados a la pérdida de la biodiversidad, pérdida del paisaje escénico, de los ecosistemas y deterioro en la salud humana, es decir que la agro biodiversidad y la soberanía alimentaria estarán en riesgo ante el uso indebido de fertilizantes y productos químicos sintéticos altamente tóxicos.

Formulación del problema

Esta investigación se centra en la siguiente pregunta:

¿La aplicación, de micorrizas en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*), permite aumentar la población de los microorganismos del suelo, la vida útil de los cultivos, obteniendo productos limpios e inocuos para el consumo humano, evitan problemas de salud, así como la contaminación ambiental?

Interrogantes (Sub-problemas)

¿Qué cantidad de micorrizas se debe aplicar en el tomate de árbol (*Solanum betacea*) para mejorar la producción?

¿Cuál será la población de microorganismos en el suelo, luego de la aplicación de las micorrizas?

¿Económicamente será rentable la aplicación de micorrizas en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*)?

Delimitación objeto de investigación

Área: Agrícola

Aspecto: Agro ecológico

Temporal: Año 2012

Espacial: Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua

Justificación

El elevado interés científico en el empleo de productos biológicos para mejorar la producción en el cultivo de frutales especialmente tomate de árbol (*Solanum betacea*), es respuesta en parte al crecimiento de la preocupación pública sobre los pesticidas químicos. Sin embargo, hay igualmente una gran necesidad por la utilización de productos orgánicos para mejorar la vida microbiana en la nutrición vegetal (Iniap, 2010).

Esta realidad la están viviendo los productores de tomate de árbol (*Solanum betacea*) de la zona central del país, la provincia de Tungurahua especialmente, donde a pesar de estar realizando controles químicos no logran mejorar la producción y disminuir las incidencias de plagas y enfermedades, ven su producción y la calidad de su cultivo fuertemente reducida, por lo que se recomienda eliminarlas.

En la provincia de Tungurahua una de las alternativas para los productores constituye el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*), que es una fruta de alto valor nutricional que contiene niveles altos de fibra, vitaminas A, B, C, K y es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; además posee niveles importantes de proteína y caroteno. También contiene una buena fuente de pectina y es bajo en calorías. Su buen sabor, es apto para la preparación de jugos y mermeladas, brindando un gran potencial de comercialización y producción durante todo el año. El consumo de la fruta fortalece el cerebro y la memoria, contribuyendo a curar migrañas y cefaleas severas, controla la rinitis y beneficia el sistema circulatorio, como bebida, se prepara en jugos utilizándose sus propiedades, para programas de reducción de peso (Iniap, 2010).

El jugo es bueno para bajar el nivel del colesterol en la sangre. Por su alto contenido de vitamina F, el aceite de este tomate actúa sobre las capas más profundas de la piel, siendo utilizado para el tratamiento de las enfermedades dérmicas, en especial sobre las cicatrices.

Estudios realizados indican que la fruta, contiene sustancias como el ácido gamma amino butírico, que baja la tensión arterial, por ello es útil para los hipertensos, no así para quienes sufren de tensión baja (Escarria, 1997).

Según el III Censo Nacional Agropecuario (2010), la superficie de cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) a partir de los años ochenta, ocupaba una superficie de 820 ha y un rendimiento promedio de 15,3 t/ha. Posteriormente, en el año 1995 se incrementó a 2200 ha y se reduce el rendimiento a 8,1 t/ha.

En el año 2002, el área cultivada llegó a 4062 ha, con un rendimiento promedio de 5,4 t/ha. Las principales causas de la reducción paulatina del rendimiento han sido las crecientes poblaciones de patógenos en los suelos cultivados con tomate de árbol (*Solanum betacea*).

En el Ecuador se ha desarrollado la explotación de frutales andinos, de ellos sobresale el tomate de árbol (*Solanum betacea*), especialmente en zonas como Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Pichincha e Imbabura. En los últimos 15 años el cultivo de esta especie ha crecido.

Un buen porcentaje de tomate de árbol (*Solanum betacea*) tiene como destino los países vecinos, sobre todo Colombia, aunque últimamente el flujo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) más bien se desplaza desde Colombia al Ecuador (Iniap, 2010).

Pero en realidad la expectativa de exportación del tomate de árbol (*Solanum betacea*), se enfoca actualmente hacia Europa y Estados Unidos entre otros países, debido a la creciente demanda de la fruta que ya se ha hecho conocida por sus características de alto valor nutricional y medicinal, por ello se debe enfocar el cultivo de acuerdo con la demanda del mercado externo (Iniap, 2010).

Para poder exportar el tomate de árbol (*Solanum betacea*), se requiere cambiar el esquema del manejo del cultivo mediante la incorporación de tecnología ecológica. Una de las opciones que propone la agricultura ecológica o sostenible

es la utilización de los hongos formadores de micorrizas, que son de gran utilidad para las plantas por los beneficios que aportan a ellas, como el incremento en la absorción de fósforo y la protección en contra de enfermedades.

El desarrollo vegetal puede incrementarse con la utilización de elementos biológicos que actúan de forma coordinada en la interface suelo-raíz, entre estos y como factores imprescindibles se encuentran los hongos formadores de micorrizas. La utilización de hongos formadores de micorrizas dentro de un cultivo agroecológico, se hace necesaria ya que además de contribuir de alguna manera con la solubilización del elemento fósforo, indispensable para el desarrollo de las plantas, provoca el crecimiento de la masa radicular y de esta manera una mayor absorción del resto de nutrientes por parte de la planta, induciendo mayor eficiencia de los fertilizantes y por ende la reducción de su uso (Bernal y Morales, 2006).

El cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) presenta grandes perspectivas, sin embargo, en la mayoría de áreas cultivadas no emplean productos biológicos que mejore su crecimiento y desarrollo así como su producción y no contamine el medio ambiente natural, más bien los agricultores siguen utilizando productos tóxicos y muy tóxicos de mucha durabilidad dentro del fruto cuyo consumo puede traer consecuencias muy graves para la salud humana, lo cual ha motivado la realización de esta investigación buscando aumentar la población de los microorganismos del suelo y del cultivo, obtener mejores rendimientos y entregar al consumidor productos de calidad.

OBJETIVOS

Objetivo general

Generar tecnologías de producción limpia mediante la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en dos variedades de tomate de árbol (*Solanum betacea*).

Objetivos específicos

Evaluar la aplicación de tres dosis de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*), en las variedades gigante amarillo y gigante mora.

Determinar la presencia de microorganismos antes y después de la aplicación de micorrizas en el suelo para el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*).

Determinar la eficiencia económica de los tratamientos a nivel de vivero.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se ha realizado investigaciones sobre la utilización de Micorrizas-Fungifert en otros cultivos como los que se cita a continuación, más en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) es la primera investigación que se efectúa.

Ricachi (2003), manifiesta que con la “Utilización de fungifert en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*)” la dosis más adecuada de fungifert para la producción de cebolla de bulbo fue de 3 gramos por sitio debido a que se produjo los mejores resultados en todas las variables estudiadas.

Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar fungifert al trasplante ya que de esta manera las raíces quedan en contacto con el producto que probablemente mejoró la absorción de nutrientes lo que contribuyó a un mejor desarrollo del cultivo. El tratamiento D3E1 (3 gramos de fungifert por sitio al trasplante) es la mejor alternativa entre las estudiadas para aplicar al cultivo de cebolla ya que presentó la más alta relación beneficio costo.

El “Efecto de las micorrizas y fertilización en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. Var. Itálica*)” demuestra los siguientes resultados: La aplicación de micorrizas con la dosis D3 (15 g/planta), obtuvo mayor longitud de la hoja a los 70 días siendo de 65,48 cm se acortaron los días a la aparición de la pella (61,92 días) y a la cosecha (83,38 días), las pellas reportaron mayor diámetro ecuatorial (19,69 cm) y mayor peso (578,30 g), consecuentemente se incrementó el rendimiento (14,71 Tm/ha), con mayor porcentaje de pellas categoría flor (58,68%) y de primera categoría (30,55%). La dosis D2 (10 g/planta), reportó

buenos resultados en longitud de la hoja a los 70 días siendo su valor de 60,66 cm (Ortiz, 2002).

Rosero (2003), indica que el “Efecto de las micorrizas en el cultivo de romanesco (*Brassica oleracea var. Botritis*)” la aplicación del inoculo micorrícico a la raíz del romanesco produjo que se active el metabolismo de la planta aumentando el intercambio de sustancias, además de aumentar la superficie radical de la planta.

Esto produce un menor gasto de energía y toma del suelo los minerales que necesita para su desarrollo. El color de la pella fue verde claro (2,5 GY) variando su intensidad de 7/2 (menos intenso) hasta 7/10 (más intenso). El tratamiento B1F2 (8 g de fungifert + 180 kg/ha P₂O₅, 180 kg/ha K₂O) fue determinado como el de mejor rentabilidad ya que presenta la mejor Relación Beneficio Costo con un valor de 1,86 que indica ganancias en la inversión.

Agro información (2005), mencionan que la mayor parte de los trabajos realizados y publicados hasta ahora demuestran el efecto beneficioso de las micorrizas y la reducción de daños causados por distintos patógenos de suelo. Se refieren principalmente a hongos patógenos que causan podredumbres de raíz como *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Pythium* y daños vasculares como *Fusarium* y *Verticillium* y a nematodos fitoparasitos agalladores y lesionadores como *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. En cualquier caso, la consecuencia directa sobre el desarrollo de la planta es un incremento de tolerancia hacia el patógeno cuando esta micorrizada.

FUNDAMENTACIONES

Fundamentación filosófica

El paradigma sistémico-investigativo es el que se ha practicado en la presente investigación, porque con el conocimiento de las causas que influyen en el manejo de microorganismos del suelo, se determinó cual es la necesidad real en el cultivo

y así contribuir con información para la adopción de políticas para la protección y conservación de la seguridad alimentaria y el deterioro de los suelos.

Fundamentación legal

Legalmente la investigación se fundamenta en varios aspectos estipulados en la nueva Constitución de la República del Ecuador (2008), la cual reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera se puede llegar al desarrollo sustentable, para obtener este objetivo es indispensable citar una normativa jurídica ambiental en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales.

El Título II Derechos, capítulo segundo en relación a los derechos del buen vivir en la sección primera sobre el agua y alimentación establece:

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

En la Sección segunda, con relación al ambiente sano señala:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

El Capítulo séptimo relativo a los derechos de la naturaleza dispone:

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

El Título VI relativo al régimen de desarrollo,

Capítulo tercero en referencia a la soberanía alimentaria contempla:

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.

Para ello, será responsabilidad del Estado:

Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

En el Título VII del régimen del buen vivir

Capítulo segundo respecto a la biodiversidad y recursos naturales

Sección quinta sobre el suelo especifica:

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria (2008), en el título III en referencia a la producción y comercialización agroalimentaria; Capítulo I sobre el fomento a la producción establece:

Artículo 14. Fomento de la producción agroecológica y orgánica.-

El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de fomento, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros. En sus programas de compras públicas dará preferencia a las asociaciones

de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y a productores agroecológicos.

El Capítulo IV, en referencia a la sanidad e inocuidad alimentaria dispone:

Artículo 24. Finalidad de la sanidad: La sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades que se pueden causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados.

Artículo 25. Sanidad animal y vegetal

El Estado prevendrá y controlará la introducción y ocurrencia de enfermedades de animales y vegetales; así mismo promoverá prácticas y tecnologías de producción, industrialización, conservación y comercialización que permitan alcanzar y afianzar la inocuidad de los productos. Para lo cual, el Estado mantendrá campañas de erradicación de plagas y enfermedades en animales y cultivos, fomentando el uso de productos veterinarios y fitosanitarios amigables con el medio ambiente.

Los animales que se destinen a la alimentación humana serán reproducidos, alimentados, criados, transportados y faenados en condiciones que preserven su bienestar y la sanidad del alimento.

Finalmente el Título IV, sobre consumo y nutrición específica:

Artículo 27. Incentivo al consumo de alimentos nutritivos

Con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y mal nutrición, el Estado incentivará el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico, mediante el apoyo a su comercialización, la realización de programas de promoción y educación nutricional para el consumo sano, la

identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos, y la coordinación de las políticas públicas.

CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Agricultura limpia y agroecología

Definición y principios

La agricultura agroecológica, se define como una visión sistemática de la producción agrícola que usa como guía los procesos biológicos de los ecosistemas naturales (Suquilanda, 1996).

De acuerdo a la definición propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la agricultura agroecológica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agro ecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo (Comisión del Codex Alimentarius, 2004).

La agricultura agroecológica, por su parte, propone alimentar los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas. Esta alimentación se hará mediante la adición del suelo de desechos vegetales reciclados, abonos verdes con énfasis en las leguminosas inoculadas con bacterias fijadoras de nitrógeno, estiércol de animales, desechos orgánicos urbanos comportados, conjuntamente con polvo de rocas minerales, etc., (Suquilanda, 1996).

Sintetizando los diferentes conceptos se puede decir que la agricultura agroecológica, es una forma por la que el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que se desencadenan de manera espontánea en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuado de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su

armonía. Los principios ecológicos de la agroecología favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que optimizan sinergias de modo tal que la agrobiodiversidad sea capaz de subsidiar por si misma procesos claves tales como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos. No obstante, el manejo agroecológico debe tratar de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales que resultan de varias combinaciones de cultivos, arboles y animales, en arreglos espaciales y temporales diversos (Altieri, 1999).

La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura, además del rol que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas de manera de alcanzar una producción sustentable. La biodiversidad promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas; cuando estos se pierden, los costos pueden ser significativos (Altieri, 1999).

En esencia, el manejo óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos y abióticos. A través del ensamble de una biodiversidad funcional es posible iniciar sinergismos que subsidien los procesos del agroecosistema a través de proveer servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el reciclado de nutrientes y el aumento de los artrópodos benéficos y los antagonistas (Altieri, 1999).

La agricultura agroecológica propone tanto para el mantenimiento de la vida del suelo, como para el manejo de plagas y enfermedades: la conservación del principio de la biodiversidad a través de la implementación de agroecosistemas altamente diversificados, el uso de plantas compañeras y/o repelentes, la asociación y rotación de cultivos, el uso de insectos benéficos (predadores y parasitoides), nematodos, entomopatogenos (hongos virus, bacterias, rickettsias), hongos antagonistas, insecticidas y fungicidas de origen botánico, permitiendo la utilización de algunos elementos químicos puros como: Azufre, cobre, cal y

oligolementos, de manera que ello contribuya a conservar el equilibrio ecológico, manteniendo la actividad biológica del suelo, fortaleciendo los tejidos de las plantas para que soporten los ataques de los insectos plagas para que se mantengan en niveles que no hagan daño a los cultivos (Suquilanda, 1996).

En resumen, el planeamiento de la agricultura agroecológica se propone observar las leyes que regulan la estructura y el funcionamiento de la naturaleza y no en contra de ella, aparece como una propuesta alternativa a la agricultura convencional (Suquilanda, 1996).

Utilización microorganismo como estrategia de P. L.

Barea y Azcón (1982), dan a conocer que un microorganismo, también llamado microbio del griego mico = diminuto y bio = vida es un ser vivo que solo puede visualizarse con el microscopio. La ciencia que estudia los microorganismos es la microbiología. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares, aunque en algunos casos se trate de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas, o incluso multicelulares.

El concepto de microorganismo carece de cualquier implicación taxonómica o filogenética dado que engloba organismos unicelulares no relacionados entre sí, tanto procariotas como las bacterias, como eucariotas como los protozoos, una parte de las algas y los hongos, e incluso entidades biológicas de tamaño ultramicroscópico, como los virus. Los microbios tienen múltiples formas y tamaños. Los mismos autores manifiestan que, muchos microorganismos son patógenos y causan enfermedades a personas, animales y plantas, algunas de las cuales han sido un azote para la humanidad desde tiempos inmemoriales. No obstante, la inmensa mayoría de los microbios no son en absoluto perjudiciales y bastantes juegan un papel clave en la biosfera al descomponer la materia orgánica, mineralizarla y hacerla de nuevo asequible a los productores, cerrando el ciclo de la materia.

Bidwell (1990), manifiesta de una manera sencilla, los microorganismos pueden clasificarse en virus, bacterias y protozoos; algunos hongos y algas, dado que son unicelulares, deben considerarse también microorganismos.

Las micorrizas

Definición

El término "micorrizas" fue primeramente propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en el año de 1885, quien lo tomó del griego, donde "mico" significa hongo y "riza" raíces. Son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas. Para este autor, las micorrizas representaban un fenómeno generalizado, resultante de la unión orgánica entre las raíces y el micelio de los hongos, como un órgano morfológicamente independiente, con dependencia fisiológica íntima y recíproca, seguida por el crecimiento de ambas partes y con funciones fisiológicas muy estrechas, siendo consideradas como el fenómeno de la naturaleza más inesperado y sorprendente.

Desde por lo menos 50 años antes de Frank estas asociaciones eran ya conocidas, pero se consideraban de naturaleza parasítica. Debido a esto, las especulaciones de Frank en cuanto al posible papel de la asociación en la nutrición y crecimiento de las plantas fueron refutadas por los científicos de la época, hasta que en 1884 pudo demostrar, de manera convincente, que la colonización de las raíces de árboles por los hongos producía micelio abundante en la rizosfera, que esto ayudaba a la absorción de nutrientes del suelo y del humus y que el hongo era incapaz de atacar, dañar o causar ninguna disfunción en las raíces, quedando así establecido el carácter mutualista de la asociación.

Tradicionalmente, las micorrizas se han agrupado sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en:

- a) Ectomicorrizas, que se caracterizan por la penetración intercelular del micelio fúngico en la corteza radicular, que forma la "red de Hartig" y el "manto" que se desenvuelve alrededor de los segmentos de raíces colonizados, provocando

cambios anatómicos evidentes que producen el crecimiento dicotómico de esas raíces.

b) Ectendomicorrizas, que son generalmente ectomicorrizas con penetración intracelular. Existen diferencias anatómicas en función de la planta hospedera, de manera que se diferencian los subgrupos de las Pinaceae y de las Ericales (géneros *Arbutus* y *Monotropa*; micorrizas arbutoides).

c) Endomicorrizas, caracterizadas por la penetración inter e intracelular, pero sin formación de manto ni modificaciones morfológicas evidentes en las raíces.

Cumplen con estas condiciones los tipos de micorrizas ericoides, orquidoides y las vesículo-arbusculares, siendo los dos primeros tipos de distribución restringida a los taxones hospederos que le dan nombre y el tercero, las micorrizas vesículo-arbusculares, las de más amplia distribución de todos los microorganismos biofertilizadores, tanto geográfica como florísticamente.

James (1967), indica que las micorrizas se pueden reproducir de varias maneras: Por esporas, que son una especie de “semillas” que forman las micorrizas y que tienen la ventaja de ser muy resistentes; sin embargo, tardan en actuar y algunas quedan “dormidas” hasta que las condiciones externas sean propicias.

Por trozos de raíces micorrizadas, que tienen la ventaja de ser más rápidas en actuar que las esporas, aunque si el cultivo no es ultrapuro o “in vitro” pueden albergar otros microorganismos del suelo a veces dañinos.

Por “hifas”, que es el modo de crecer normal de los hongos. Las hifas son una especie de hebras muy finas y resistentes que forman una especie de “tela de araña” alrededor de la raíz y se extienden por el suelo, siendo las responsables finales de tomar agua y nutrientes y dárselo a las plantas.

Las hifas son muy rápidas en actuar, pero también son bastante sensibles y sólo si se mantienen en buenas condiciones permanecen vivas. En los inóculos sólidos no sobreviven.

Los propágulos de micorriza son el conjunto de esporas, raíces micorrizadas e hifas que hay en el suelo o en el inoculante micorrícico que añadimos. Se llaman “propágulos” porque de cada uno de ellos se puede “propagar” la micorriza.

Por lo tanto, el contenido en micorriza de un inoculante debería indicarse en número de propágulos, y no en número de esporas, que es solo una parte de los propágulos.

De hecho, las cuantificaciones que se hacen en todos los laboratorios de investigación del mundo para microbiología del suelo utilizan un método de recuento de PROPAGULOS VIABLES que se denomina el “Número Mas Probable” (en inglés “most probable number, MPN).

Un inoculante ideal es que tiene mayor número de propágulos. Para que un inoculante sea excelente no basta con tener sólo esporas; es mejor que tenga una combinación de los tres tipos de propágulos (esporas, raíces, hifas), porque eso potencia la actividad de la micorriza. Si un inoculante dice que tiene, por ejemplo, “200 esporas por ml”, es probablemente porque no contenga ningún otro tipo de propágulos, con lo cual está perdiendo gran capacidad de actuación.

Utilización:

Bernal y Morales (2006), concuerdan que la utilización de las micorrizas como Biofertilizantes no necesariamente implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar desde comúnmente 50 - 80% y en ocasiones hasta 100%. Se plantea que de las cantidades de fertilizantes aplicadas, sólo se aprovecha un 20%, mientras que normalmente el resto se fija o lixivia sin remedio, mientras que con la utilización de las micorrizas, puede ser recuperado por las plantas un porcentaje mucho mayor.

Mientras que un pelo radical puede poner a disposición de una raicilla los nutrientes y el agua que se encuentran hasta 2 mm de la epidermis, las hifas del

micelio extramático de las micorrizas V-A pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.

También acuerdan estos autores que, los microorganismos del suelo, son los componentes más importantes que constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de suelo, encontramos millones de microorganismos benéficos para los cultivos. En descontaminaciones severas anulamos muchos de estos microorganismos, que estaban de forma natural en el suelo.

En cierta medida, esta idea va paralela a la actual medicina en el hombre; ¿es bueno tomar un medicamento que nos anule aquellos microorganismos perjudiciales, pero a la vez, elimine también aquellos que nos son beneficiosos?

Estos microorganismos beneficiosos que se encuentran en el suelo, son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, o una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal.

Beneficios para la planta

Para Smith y Gianinnazzi (1988), han observado que en suelos con bajos contenido de fósforo disponible, las plantas con micorrizas tienen mayores tasas de crecimiento que las plantas sin ellas. Las micorrizas parecen modificar las propiedades de absorción por el sistema radical a través de:

El desarrollo de hifas en el suelo, provenientes de las raíces, la absorción de fósforo por las hifas, la translocación de fosfato a grandes distancias por las hifas, la transferencia de fosfato desde el hongo a las células de la raíz y como el resultado del mejoramiento de su alimentación de fosfato, las plantas con

micorrizas incrementan su absorción de otros macronutrientes, tales como K, S y micronutrientes Cu y Zn.

Deacon (1983), da a conocer que la gran eficiencia con la cual las plantas micorrizadas absorben el fosforo, en comparación con las no micorrizadas, posiblemente se deba en gran medida al incremento del área superficial disponible por la absorción, como resultado de que las hifas se extienden de la raíz al suelo.

Turipana (2002), indica que además de la absorción más eficiente de nutrientes, las plantas micorrizadas obtienen otros beneficios, como: Control biológico para algunos patógenos provenientes del suelo e incremento de la tolerancia de la planta a ellos, efecto positivo sobre el desarrollo y distribución de biomasa, mejoramiento de la tolerancia a condiciones de estrés hídrico y salinidad, producción de hormonas estimulantes o reguladores de crecimiento vegetal, incremento en la relación parte aérea-raíz de la planta micorrizada, aportes en recuperación de suelos por ser formadores de agregados del suelo, uso potencial en suelos degradados o áridos en programas de revegetación, buena interacción de microorganismos benéficos de la rizosfera (Turipana, 2002).

Sin embargo Azcón y Barea (1997), atestiguan que los máximos beneficios se obtendrán si se inocula con hongos micorrizicos eficientes al suelo y se hace una selección de combinaciones compatibles de hongo-planta-suelo. En general, cuanto más temprano se establezca la simbiosis, mayor el beneficio debido a que el hongo requiere de un periodo de tiempo para desarrollarse.

Beneficios para el suelo

Orellana (1990), dice que la simbiosis conocida como micorriza, es un consorcio entre las raíces de ciertas plantas y algunos hongos; con este tipo de asociación las plantas exhiben mayor crecimiento y rinden más que las no colonizadas.

Stanier (1985), al referirse a la acción de las micorrizas, menciona que facilitan la absorción del agua y sales minerales del suelo, la superficie absorbente del

sistema radicular de la planta se aumenta varias veces gracias a las hifas del hongo, además por la función de la micorriza como órgano de absorción ha sido confirmada al comparar la cantidad de sales que toman del suelo plantas con micorrizas y plantas sin ellas, características que beneficiaron al cultivo.

Proexan (1994), aseveran que las micorrizas aumentan el ámbito de la acción radicular para la absorción de agua y nutrientes por las plantas; permiten una mayor resistencia de las plantas a la sequia y a las altas temperaturas, a las toxinas (orgánicas e inorgánicas) a los valores bajos de acidez en los suelos. La micorriza protege las plantas de organismos patógenos radiculares por los mecanismos de sustancias antibióticas que inhiben la acción de hongos patógenos y aun de nematodos, características que beneficiaran al cultivo, especialmente con la aplicación de las micorrizas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) en la Fase de vivero y D3 (80 g/planta de micorrizas) en la Fase de campo.

Tusplantas (2005), indican que las micorrizas cumplen una función fundamental en el ecosistema terrestre, desempeñando una serie de funciones esenciales para la salud de muchas plantas y cultivos. Al colonizar biotroficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño alguno, al hongo micorrizico se integra llegando a formar parte de ella. Por este motivo, las micorrizas cumplen un papel fundamental en el desarrollo y mantenimiento de muchos ecosistemas, por lo que se puede encontrar en todos los suelos y en todos los climas terrestres. Debido a la función que ejercen, como protectoras de los cultivos, es posible reducir los fertilizantes y los fitofármacos en aquellas plantas que las posean.

Los mismos autores manifiestan que, otra función de gran importancia de las micorrizas es la ayuda al establecimiento y protección de aquellas plantas que se encuentra en suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la contaminación por metales pesados o la salinización, proporcionando así numerosos beneficios a los cultivos y permitiendo obtener alimentos sanos. En suelos afectados por las consecuencias negativas de los metales pesados, se ha comprobado que las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la

capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, impidiendo que estos pasen a la parte aérea de la planta.

Así mismo prueban que las micorrizas pueden ser utilizadas en la agricultura en forma de biofertilizantes, tanto en vivero como en el enraizamiento de plantas in-vitro, constituyéndose así en una alternativa valiosa para solucionar problemas de micro propagación, aclimatación y nutrición de diferentes especies de importancia en la agricultura y reduciendo al mismo tiempo los costos de producción, ya que se requiere una menor aplicación de insumos fertilizantes, riego y pesticidas y a su vez es posible establecer sistemas de producción más eficientes, precoces y productivos, que aumentan la sostenibilidad de los cultivos.

Wright (2001), dice que la activa presencia de hongos micorrizicos generadores de glomalinas, tiene una persistente acción positiva sobre los agregados del suelo, al exudar compuestos aglutinantes que permiten unir las partículas de suelo mejorando así su estructura. Al ser las glomalinas medianamente insolubles y estables, la labranza no terminara con estos compuestos y sus claros beneficios.

Así mismo revela que, el suelo es esencial para el desarrollo de la vida, como lo es el aire y el agua y cuando es utilizado de manera sensata puede ser considerado como un recurso renovable. Es el principal enlace entre los factores bióticos y abióticos y es el hábitat de las plantas. Desde un punto de vista ecológico el suelo es el subsistema de los ecosistemas terrestres en donde se realiza principalmente el proceso de descomposición, fundamental para la obtención y reciclado de nutrientes que aseguren el proceso vital de la producción. Estos procesos son realizados por una gran cantidad de microorganismos que se encuentran en el suelo.

Uno de los organismos más influyentes son los hongos formadores de micorrizas las cuales cumplen una función esencial en el ecosistema terrestre, desempeñando una serie de funciones fundamentales para la salud de muchas plantas y cultivos. La función del hongo es colonizar biotróficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño alguno, además de que se integra llegando a

formar parte de ella. A su vez, el hongo también coloniza el suelo que rodea la raíz mediante su micelio externo, de manera que ayuda al huésped a adquirir nutrientes minerales y agua.

Los microorganismos juegan un papel fundamental en la nutrición de las plantas debido a sus múltiples actividades metabólicas, como son la fijación de CO₂ y biotransformación de la materia orgánica. Los procesos de la fijación de N₂ y nitrificación hacen disponible este elemento a las plantas. En cuanto al fósforo se libera por la solubilización de las rocas y es eficientemente trasladado por la simbiosis micorrízica. La mayoría de estos eventos se amplifican en la rizósfera, sitio de interacción de los microorganismos con las raíces.

Gonzales (1993), expresa que la micorriza debe entenderse como una estructura especializada con diversas funciones, la cual se origina al asociarse, en forma mutualista con diversos grupos de hongos específicos en el sistema radical de las plantas. En muchas ocasiones, pueden existir confusiones en esta definición, sobre todo cuando se menciona que la micorriza corresponde a hongos que se establecen en la raíz de la planta y debe entenderse bien claro que los hongos endomicorrizógenos arbusculares HMA son aquellos que originan la estructura denominada micorriza. La importancia de los HMA puede traducirse en los beneficios que aportan a las plantas, en relación con el mejor aprovechamiento de agua y nutrimentos, especialmente de fósforo cuando éste es limitado.

Además, mantienen por mayor tiempo la funcionalidad de las raíces, mientras que el micelio externo (extramatricial) genera una extensa red de hifas en el suelo que permite a la raíz mayor capacidad de exploración del volumen de suelo. De esta forma el sistema radical micorrizado posee mayor capacidad de absorción, tanto de nutrimentos como de agua, en comparación con aquellas raíces que no tienen la simbiosis establecida. De este modo, la fisiología de la simbiosis provee a las plantas mayor capacidad de adaptación, establecimiento y crecimiento.

Sieverding (1983), asegura que por otro lado el suelo también es favorecido por la actividad de los HMA. En cuanto a su estabilidad, las hifas permiten la agregación

de las partículas del suelo, lo que evita que la pérdida de éste por agentes de erosión sea menor. A su vez, la actividad de los HMA permite que las poblaciones microbianas sean modificadas, participando así como agentes reguladores de microbiota benéfica y patogénica y de este modo influyen en la dinámica del carbono orgánico del suelo y de la fertilidad del mismo.

Barea (1999), menciona que el emplear HMA no sólo ha facilitado un mejor desarrollo de plantas en suelos degradados, sino también ha mejorado la repoblación de especies vegetales en suelos forestales.

Lo anterior es confirmado por Gonzales (1993), quien manifiesta que cuando se aplican HMA, la pérdida de nutrientes por lixiviación, fijación y erosión se disminuye, dado que la red de hifas captura y trasloca elementos nutritivos hacia la planta desde sitios no explorados por la raíz. En el mismo sentido Sieverding (1983), señala que aplicar HMA favorece las características físicas y químicas del tepetate, lo que permite el desarrollo de plantas y por lo tanto se mejora la calidad productiva del mismo.

Osorio (1998), manifiesta que los hongos micorrizados absorben y transportan hacia la raíz, mas intensivamente aquellos elementos nutritivos que son poco disponibles para la planta, también hacen posible el uso más eficiente de fertilizantes y otros insumos orgánicos agrícolas, que necesariamente se deben aplicar para asegurar un mínimo de productividad.

Micorriza Fungifert

Es un biofertilizante en forma de sustrato enriquecido con varias especies de Endomicorrizas Vesículo Arbuscular (MVA) del género *Glomus* y *Acaulospora* en forma de esporas, hifas y raicillas.

Aporta al medio los microorganismos que forman la asociación simbiótica entre las raíces de las plantas tratadas y los hongos benéficos que facilitan la absorción de nutrientes minerales del suelo, Nitrógeno, Potasio, Magnesio, Fosfatos

solubles, Azufre, Calcio, Boro, entre otros, acción como que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, además permite disminuir dosis de fertilizantes en los ciclos de cultivo.

Por su acción biológica, las hifas que se forman al exterior de los puntos de colonización, se constituyen en cuerpos extensores del sistema radicular, encargadas de explorar, desdoblar, desbloquear los fosfatos insolubles del suelo, transformando en sustancias solubles - orgánicas de rápida absorción y asimilación.

Enriquece la flora microbiana benéfica en suelos ácidos muy complicados de manejo y desarrollo de las plantas.

Transfieren mayor resistencia a muchas enfermedades sobre todo del suelo, por el efecto de antibióticos que libera en cada punto de unión con la raíz; además, por el efecto de ocupación de sitios intracelulares que ocurren cuando colonizan el sistema radicular de plantas tratadas, esta acción combinada no permite el alojamiento de enfermedades e incluso de algunos nematodos.

Estimula la síntesis de hormonas naturales para el crecimiento de las plantas, por medio de la generación biológica de Acido Indol Acético (AIA, IBA y otras) que propician el aumento del volumen radical en un proceso de multiplicación acelerada, sumado a su capacidad de desdoblamiento y absorción de nutrientes, incrementa el vigor y velocidad de crecimiento, hecho que en especies forestales provoca el gigantismo vegetativo.

Ayudan en la captación y almacenamiento del agua y por lo tanto transfieren resistencia al estrés hídrico y a salinidad. Consume los exudados de las raíces compitiendo con los patógenos e impidiendo su alimentación. Mejora la calidad de la cosecha con un ahorro significativo de fertilizantes, riego y productos fitosanitarios. Contiene esporas viables, raicillas colonizadas, fracciones y propágulos totalmente vivos y activos, desarrollados en un medio totalmente

estéril. Es compatible con todo abono orgánico, humus de lombriz, compost, bokashi, biofertilizantes, etc. (Bioquímicos de América, 2010).

El cultivo del tomate de árbol

Breve descripción del cultivo

Origen y localización

Esta fruta exótica es originaria de la vertiente oriental de los Andes, específicamente Perú, Ecuador y Colombia. Perteneciente al grupo de las frutas semiácidas, se la ha conocido con diversos nombres en distintas regiones (Albornoz, 1992). Actualmente países como Nueva Zelandia y Australia producen esta fruta; con semilla originaria de Colombia y el desarrollo de una tecnología propia ha sido introducida a Europa y Estados Unidos con el nombre de “tamarillo” posicionándose esta designación comercial, que se generalizó para el tomate de árbol en el mercado mundial. Existen varios países interesados en su importación entre los cuales están Japón y Brasil (Valdez, 1988)

Descripción

Albornoz (1992), manifiesta que el tomate de árbol es una planta arbustiva de **tallos** semileñosos, de forma erecta y se ramifica a una altura que varía entre 1,5 m y 2 m con la copa alcanza 3 m de altura. El tomate de árbol es propio de clima medio a frío, crece bien entre los 1600 y 2600 msnm, con temperaturas promedio entre los 16 y 22 °C y alta nubosidad o ambiente sombreado. Puede resistir temperaturas de 0 °C sin sufrir daños graves, siempre que sea por corto tiempo.

Las **raíces** son profundas y ramificadas cuando la reproducción se hace por semillas; cuando se hace por estaca son superficiales y bastante ramificadas. Los procedentes de semilla tardan de 12 a 14 meses, a partir del trasplante, para iniciar la producción, mientras que los de estaca entre 8 y 10 meses, pero son más pequeños y de menor duración.

Las **flores** se ubican en la terminación de las ramas y son de color blanco, con franjas de color rosado tenue.

Las **semillas** son pequeñas, planas, circulares y lisas, de color amarillento a veces pardo.

El **fruto** es una baya de forma ovoide apiculada que presenta una coloración verde cuando esta inmaduro. La longitud varía entre 6 y 9 cm, midiendo en su parte más ancha entre 4 y 6 cm. El peso promedio puede variar entre 70 y 80 g. Tiene una piel fina lisa y resistente al transporte y una cutícula de sabor amargo, razón por la cual hay necesidad de quitarla de la corteza para poder hacer uso del fruto. La pulpa es muy jugosa, de color anaranjado, de sabor agridulce, agradable y muy particular. En el fruto se encuentran entre 300 y 500 semillas pequeñas, circulares y planas.

Requerimientos nutricionales

El tomate de árbol requiere de suelos muy ricos en materia orgánica 3 a 5%, por ello se deberán aportar dependiendo de las condiciones de fertilidad entre 30 a 60 m³ de materia orgánica bien descompuesta por ha, adicionando además 25 sacos de bioway para controlar problemas de nematodos y hongos del suelo. En lo referente a fertilización se deberá evitar excesos de nitrógeno que provocan en las plantas susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades. Se ha encontrado que el cultivo extrae importantes cantidades de magnesio y calcio por lo que resulta clave manejar estos dos elementos, sin descuidar a los microelementos como el manganeso, zinc, boro y hierro entre otros (Valdez, 1988).

Fases Fisiológicas

Crecimiento y desarrollo vegetal

Bidwell (1990), asevera que el concepto de desarrollo se considera como superior y comprende todos los cambios que por lo general, están condicionados a factores

genéticos, es decir cambios no accidentales y normalmente irreversibles, que ocurren en el organismo durante su vida, desde la fecundación del óvulo, pasando por la formación del organismo maduro y hasta su envejecimiento y muerte. Esta definición del desarrollo puede aplicarse también para plantas que se reproducen vegetativamente por medio de bulbos, embriones somáticos (cultivo de tejidos) o esquejes e injertos (en este caso el desarrollo no se considera a partir de la fecundación del óvulo).

Menciona también este autor que, en sentido figurado, cualquier organismo puede compararse con una computadora en la que se ejecuta, de forma secuencial, una serie de programas de desarrollo: embriogénesis, estado juvenil, fase reproductora, senescencia y muerte. Aunque las plantas también cumplen esta secuencia de eventos, sus programas de desarrollo muestran una gran plasticidad, lo cual se traduce en una amplia variedad de formas y hábitos de crecimiento, apreciable tanto al comparar especies distintas como individuos de la misma especie o clones mantenidos bajo condiciones ambientales diferentes.

La plasticidad en los programas de desarrollo de las plantas es una consecuencia evolutiva de su adaptación a un hábito fijo de vida autótrofa, en el que los órganos aéreos utilizan directamente la energía luminosa y las raíces adquieren agua y nutrientes minerales del suelo. En este marco, las plantas deben crecer asegurándose, de forma continuada, un aporte adecuado de materia y energía.

James (1967), enuncia los patrones tienen base genética. Todas las células de la planta descienden de la misma célula (el cigoto), por lo que, en general heredan los mismos genes. Sin embargo, las células de distintos tejidos del cuerpo de la planta en desarrollo emplean subconjuntos de genes de modo selectivo y se diferencian en tipos especializados.

De nuevo, el crecimiento se refiere a un aumento en el número, tamaño y volumen de células. En las plantas las divisiones celulares mitóticas que aumentan el número de células se producen solo en los meristemos. Algunas células meristemáticas nunca se diferencian; continúan dividiéndose y fabricando más células nuevas. Otras, constituyen la base para el desarrollo. Se dividen, se alargan

o se ensanchan en ciertas direcciones y su composición y funcionamiento se vuelven distintos como resultado de la expresión génica selectiva. Generan raíces, tallos, hojas y otras partes del cuerpo multicelular que difieren en tamaño, forma, ubicación y función.

Las células jóvenes aumentan de tamaño conforme la planta capta agua. La presión de líquido o presión turgidez, crece en contra de su pared primaria, aún suave. La pared y la célula se expanden bajo presión, de manera similar a un globo suave que se infla.

James (1967), explica que para resumir, el crecimiento y desarrollo de la planta se inician con la transcripción y translación selectiva de genes. En ciertos momentos y en determinados tejidos, se transcriben genes para hormonas (reguladores de crecimiento) y otras moléculas de señalización. Las moléculas de señalización interaccionan y controlan lo que ocurre en distintos tejidos. Las señales del entorno (sobre todo la disponibilidad de agua, las horas de oscuridad y de luz, la gravedad y la temperatura) también dirigen el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El crecimiento es el desarrollo más la diferenciación. En sentido estricto es el aumento irreversible de tamaño. Cualquier factor que altere el volumen de la planta de forma reversible no se considera crecimiento. Se cuantifica con el incremento de los componentes citoplasmáticos como proteínas (peso seco), número de células, crecimiento en longitud y en términos generales, de cualquier dimensión siempre que probemos que no sea reversible.

Expresa también este autor que, un mayor crecimiento implica una mayor división celular. Las células meristemáticas concretamente soportan el crecimiento, de manera que siempre que se mantenga el carácter meristemático las células entrarían en ciclo de multiplicación. Pero en sistemas biológicos no se mantendrá este estatus, sino que unas células entrarán en procesos de elongación, otras en diferenciación y en senescencia, apoptosis, de modo que el crecimiento, además de aumentar el tamaño implica también la diferenciación y el desarrollo.

El desarrollo será el conjunto de procesos que determinan el cambio de formas y aptitudes en un ser vivo. La diferenciación es el compromiso que adquiere la célula a realizar una función. Tendrá como resultado una determinada morfogénesis (origen de una morfología determinada).

El desarrollo de la planta

Pérez y Martínez (1994), dicen el desarrollo es el conjunto de eventos que contribuyen a la progresiva elaboración del cuerpo de la planta y que la capacitan para obtener alimento, reproducirse y adaptarse plenamente a su ambiente. El desarrollo comprende dos procesos básicos: crecimiento y diferenciación. El crecimiento denota los cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo, mientras que la diferenciación se refiere a los cambios cualitativos. El desarrollo se considera sinónimo de morfogénesis. El desarrollo (o morfogénesis) puede, por lo tanto, definirse como el conjunto de cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación) que hace posible la transformación de un cigoto en una planta completa. Esta definición también es aplicable al desarrollo de un órgano, un tejido o incluso, una célula. El concepto de desarrollo comprende tres procesos principales: crecimiento, diferenciación y envejecimiento (senescencia) y muerte. Pérez y Martínez (1994), manifiestan también que el crecimiento debe entenderse como un aumento irreversible de las dimensiones del organismo. En la definición de crecimiento se involucran un aumento irreversible de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta. El crecimiento puede efectuarse por el aumento en las dimensiones de las células como por la división de estas.

Cuando el organismo se desarrolla, ocurren procesos de diferenciación; es decir, las células formadas en los meristemos apicales o en el cambium vascular, en un principio son casi idénticas, pero rápidamente inician su especialización. También la planta entera se diferencia gradualmente y se forman sus hojas, tallos, raíces y finalmente, las flores y frutos. Indican también que, el envejecimiento (senescencia) y muerte de las células, de órganos o de toda la planta, se considera

también como una parte del desarrollo, por ejemplo, las células que forman vasos y traqueidas, mueren y se vacían facilitando de esta manera el transporte del agua.

De forma similar el envejecimiento y la caída de las hojas antes de las heladas en el otoño, en regiones de clima templado y frío, o antes de la sequía en regiones con periodos prolongados sin lluvia, es un fenómeno normal en la vida de las plantas leñosas, pero muy importante para la sobrevivencia de éstas.

HIPÓTESIS

La aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) mejorará la calidad del sistema radicular de las plantas de tomate de árbol (*Solanum betacea*), a nivel de vivero así como su crecimiento y desarrollo.

SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variables independientes: aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en tomate de árbol (*Solanum betacea*) variedades gigante amarillo y gigante mora.

Variables dependientes: altura de planta, peso y volumen del sistema radicular, peso y diámetro del tallo, longitud y número de hojas.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO 1. VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DE MICORRIZAS (*Pisolithus tinctorius*) EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*)

Tipo de variable	Definición de la variable	Indicadores	Items
<i>Independiente:</i>	Las micorrizas (<i>Pisolithus tinctorius</i>) son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas y pueden ser aplicados en diferentes dosis.	Fase vivero Dosis 1 Dosis 2 Dosis 3 Fase campo Dosis 1 Dosis 2 Dosis 3	Fase vivero 10 g/planta 20 g/planta 30 g/planta Fase campo 40 g/planta 60 g/planta 80 g/planta

CUADRO 2. VARIABLE DEPENDIENTE: CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS

Tipo de variable	Definición de la variable	Indicadores	Items
<i>Dependiente:</i>	El crecimiento y desarrollo es el aumento irreversible de las dimensiones de un organismo en relación a un aumento de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta.	Altura de planta Número de hojas por planta Peso fresco de las raíces Peso fresco del tallo Volumen de las raíces Diámetro del tallo Longitud de hojas; basal, media y bandera por planta Número de microorganismos del suelo	Centímetros Gramos Gramos C. Cúbicos Centímetros Centímetros Población de esporas por gramo de suelo seco (esporas/gss)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de la presente investigación está directamente relacionada a los métodos de investigación que son el **inductivo** generalmente asociados con la investigación *cualitativa* toda vez que, buscamos aumentar la población de los microorganismos del suelo mediante la aplicación de micorrizas y mejorar el crecimiento y desarrollo en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*) y el método **deductivo** que está asociado frecuentemente con la investigación *cuantitativa*, porque tratamos de no contaminar el suelo-planta-ambiente y lograr una producción limpia.

La modalidad de la investigación es de campo porque se realizó un estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos, es decir se tomó contacto en forma directa con la realidad, de esta manera se obtuvo información de acuerdo a los objetivos de la investigación.

Se empleó una investigación netamente **experimental** porque permitió conocer e identificar las relaciones que existe entre la variable independiente y dependiente, su análisis e interpretación de los resultados a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento en términos claros y precisos, con el propósito de determinar con la mayor confiabilidad posible. Fue el procedimiento más indicado para precisar las relaciones de causa-efecto.

UBICACIÓN DEL ENSAYO

Fase de vivero: Se llevó a cabo en la parroquia García Moreno, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Las coordenadas geográficas que corresponden a esta

zona son: 01°20'02" de latitud Sur y 78°32'21" de longitud Oeste, a una altura de 2540 msnm con una temperatura promedio de 14,9° C, precipitación promedio anual de 446,3 mm y de acuerdo a Holdridge (1982), el área corresponde a bosque seco montano bajo (bs-MB).

Fase de campo: Se realizó en la Granja Experimental Docente de Querochaca perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias FCAGP de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Según el Instituto Geográfico Militar (1991), las coordenadas geográficas que corresponden a esta zona son: 01°22'02" de latitud Sur y 78°36'21" de longitud Oeste, a una altura de 2850 msnm con una temperatura promedio de 12° C, con una humedad relativa 78% y 400 a 450 mm de precipitación.

FACTORES EN ESTUDIO

Variedades de tomate de árbol (*Solanum betacea*):

Gigante Amarillo	V1
Gigante Mora	V2

Dosis de micorrizas:

Fase vivero	Fase campo	
10 g/planta	40 g/planta	D1
20 g/planta	60 g/planta	D2
30 g/planta	80 g/planta	D3

Testigos:

- Testigo/variedad 1 (sin micorrizas)
- Testigo/variedad 2 (sin micorrizas)

DISEÑO EXPERIMENTAL

Tanto en la Fase de vivero como en la Fase de campo se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial de 2 x 3 + 2, con tres repeticiones.

Variedad (2) Dosis (3) Testigo (2)
 Tratamientos (8) Repeticiones (3) Parcelas (24)

TRATAMIENTOS

Los tratamientos resultantes de la combinación de los factores en estudio se describen en el cuadro 3, con su nomenclatura y descripción respectiva.

CUADRO 3. TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Nº	SÍMBOLO	VARIEDADES	DOSIS (g/planta)	
			FASE VIVERO	FASE CAMPO
1	V1D1	G. Amarillo	10	40
2	V1D2	G. Amarillo	20	60
3	V1D3	G. Amarillo	30	80
4	V2D1	G. Mora	10	40
5	V2D2	G. Mora	20	60
6	V2D3	G. Mora	30	80
7	TV1	G. Amarillo	–	–
8	TV2	G. Mora	–	–

ANÁLISIS UTILIZADOS EN EL ENSAYO

Análisis estadístico: Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para el factor dosis e interacciones y de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para el factor variedades, así como polinomios ortogonales para el factor dosis, el esquema se presenta en el cuadro 4.

CUADRO 4. ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y FUNCIONAL

F de V (<i>Fuente de variación</i>)	G.L (<i>Grados de libertad</i>)
Total	23
Repeticiones	2
Tratamientos	7
Variedades	1
Dosis (D)	2
Tendencia lineal	1
Tendencia cuadrática	1
V x D	2
T1 Vs. TRAT V1	1
T2 Vs. TRAT V2	1
Error experimental	14

(Error experimental = total – repeticiones – tratamientos)

Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se efectuó siguiendo el método del presupuesto parcial propuesto por Perrin et al (1988), calculando la tasa marginal de retorno (TRM).

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Las características del ensayo tanto en la Fase de vivero que corresponde al enfundado, así como en la Fase de campo que comprende el lugar definitivo fueron las siguientes:

DENOMINACIÓN	FASE VIVERO	FASE CAMPO
Área de la parcela neta	0,06 m ²	16 m ²
Área total del ensayo	4,80 m ²	1728 m ²
Área total de la parcela	0,20 m ²	72 m ²
Largo de la parcela	0,50 m	12 m
Ancho de la parcela	0,40 m	6 m
Distancia entre hileras	0,05 m	2 m
Distancia entre plantas	0,50 m	1 m
Distancia entre parcelas	0,05 m	2 m
Número de plantas parcela total	20	14
Número de plantas parcela neta	6	4
Número de plantas totales del ensayo	480	336

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

- a). Se seleccionó el lugar. La Fase de vivero se ejecutó en la parroquia García Moreno del cantón Pelileo provincia de Tungurahua y la Fase de campo en la Granja Experimental Docente de Querochaca perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias FCAGP de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos provincia de Tungurahua.
- b). En la Fase de vivero se identificó las variedades de tomate de árbol gigante amarillo y gigante mora, garantizando la sanidad y características genéticas de cada variedad.
- c). Posteriormente a los 30 días se realizó el repicado a las fundas con la incorporación de las dosis de micorrizas 10-20-30 g/planta, se ejecutó al fondo y alrededor de las raíces.
- d). En esta Fase de vivero permanecieron las plantas por el tiempo de 60 días. La cantidad de plantas que se utilizaron para este análisis, fueron 6 por parcela con un total de 24 parcelas que equivale a 144 plantas, las mismas que se sometieron a las siguientes determinaciones y análisis; altura de la planta (cm), número de hojas/planta, peso fresco de raíces (g), volumen del sistema radicular (cm³), peso fresco del tallo (g), diámetro del tallo (mm), longitud de las hojas (cm); bajera, media y bandera.
- e). De inmediato las plantas que no fueron evaluadas se trasplantó en el campo, con la incorporación de las dosis de micorrizas 40-60-80 g/planta, se ejecutó al fondo y alrededor de las raíces.
- f). En esta Fase de campo permanecieron las plantas por el tiempo de 150 días. La cantidad de plantas que se utilizaron para este análisis, fueron 4 por parcela con un total de 24 parcelas que equivale a 96 plantas, las mismas que se sometieron a las siguientes determinaciones y análisis; altura de la planta (cm), número de hojas/planta, peso fresco de raíces (g), volumen del sistema radicular (cm³), peso fresco del tallo (g), diámetro del tallo (mm), longitud de las hojas (cm); bajera, media y bandera.
- g). En la Fase de campo se realizaron análisis microbiológico del suelo, muestras que se envió a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP Estación Experimental “Santa Catalina”.

h). La información que se recolectó para la comprobación de la hipótesis se sometió a un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial de $2 \times 3 + 2$, con tres repeticiones, en base al cual se realizó los análisis pertinentes para obtener las conclusiones y recomendaciones sobre la aplicación de dosis de micorrizas.

i). En las dos Fases se realizó también el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para el factor dosis e interacciones y de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para el factor variedades, así como polinomios ortogonales para el factor dosis. Finalmente se procesó los análisis mediante el modelo estadístico InfoStat.

MEDICIONES DE VARIABLES

Altura de planta

Fase vivero

Se midió a los 60 días después de plantadas, desde el cuello hasta el ápice de la hoja bandera, en seis plantas tomadas al azar de la parcela, el resultado se expresó en centímetros.

Fase campo

Se midió a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, desde el cuello hasta el ápice de la hoja bandera de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela, el resultado se expresó en centímetros.

Número de hojas/planta

Fase vivero: Se contabilizó a los 60 días, de seis plantas tomadas al azar de la parcela.

Fase campo: Se contabilizó a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela.

Peso fresco de raíces

Fase vivero

Se determinó a los 60 días, de seis plantas tomadas al azar de la parcela. Se lavó y se cortó con un bisturí las raíces a ras del cuello, luego se pesó en una balanza de precisión expresando su resultado en gramos.

Fase campo

Se determinó a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela.

Se lavó y se cortó con tijeras de podar a ras del cuello, luego se pesó en una balanza de precisión expresando su resultado en gramos.

Volumen del sistema radicular

Fase vivero

Se determinó a los 60 días, de seis plantas tomadas al azar de la parcela, para lo cual se utilizó el método volumétrico con el empleo de la probeta graduada de 500 ml, en la misma se introdujo el sistema radicular y por diferencia del desplazamiento del líquido se determinó su volumen, los valores se expresaron en centímetros cúbicos.

Fase campo

Se determinó a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela, para lo cual se utilizó el método volumétrico

con el empleo de la probeta de 1000 ml, en la misma que se introdujo el sistema radicular y por diferencia del desplazamiento del líquido se determinó su volumen y los valores se expresaron en centímetros cúbicos.

Peso fresco del tallo

Fase vivero

Se evaluó a los 60 días, desde el cuello hasta la parte basal de la hoja bandera de seis plantas tomadas al azar de la parcela. Se cortó con un bisturí luego se pesó en una balanza de precisión expresando su resultado en gramos.

Fase campo

Se determinó a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, desde el cuello hasta la parte basal de la hoja bandera de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela. Se cortó con tijeras de podar, luego se pesó en una balanza de precisión expresando su resultado en gramos.

Diámetro del tallo

Fase vivero

Se midió a los 60 días, de seis plantas tomadas al azar de la parcela con el empleo del calibrador Vernier, este resultado se expresó en milímetros.

Fase campo

Se midió a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela con el empleo del calibrador Vernier, este resultado se expresó en milímetros.

Longitud de hojas por planta

Fase vivero: Se midió con una regla graduada de una hoja bajera, media y bandera de seis plantas tomadas al azar de la parcela a los 60 días, desde la base del limbo hasta el ápice, el resultado se expresó en centímetros.

Fase campo

Se midió con un flexómetro de una hoja bajera, media y bandera de cuatro plantas tomadas al azar de la parcela a los 150 días de haber trasplantado al lugar definitivo, desde la base del limbo hasta el ápice, el resultado se expresó en centímetros.

Determinación de la presencia de microorganismos

Esta variable se determinó en el Departamento de microbiología de suelos-DMSA-EESC-INIAP, al inicio y final del ensayo.

MANEJO DEL ENSAYO

Fase vivero

Preparación del sustrato

El sustrato se preparó con una enmienda rica en nutrientes; tierra negra de paramo (andisol) + humus de lombriz + cascarilla de arroz en proporciones 1:2:1.

Descontaminación del sustrato

Para esta labor se utilizó hidróxido de calcio (cal apagada), a razón de 10 g/m². Antes de enfundar las plantas, se asperjó en el sustrato y se homogenizó de inmediato.

Enfundado

Cuando las plantas de tomate de árbol variedad gigante amarillo y gigante mora, alcanzaron en el semillero una altura de 10 cm, se repicaron a las fundas de polietileno de color negro, esto ocurrió a los 30 días después de la siembra. El suelo se mantuvo con la humedad necesaria a fin de evitar que las plantas se deshidraten y puedan recuperarse más fácilmente. Después del repique las plantas se mantuvieron a media sombra para su aclimatación.

Aplicación de micorrizas

Al momento del trasplante a las fundas de polietileno se aplicó las micorrizas fungifert en dosis de 10-20-30 g/planta al fondo y alrededor de las raíces, luego se asentaron las plantas en forma manual de manera que la micorriza fungifert entre en contacto directo con el sistema radicular.

Control de malezas

Con el propósito de disminuir el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de las cuales las malezas son hospederas, se realizó controles de forma manual con intervalos de 10 días en total se dieron 6 controles.

Controles fitosanitarios

A fin de mantener la sanidad de la planta se utilizó para el control de insectos minadores, insecticidas de baja toxicología a base de (*Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*) 4 cm³/20 lt permitidos en la agricultura orgánica. También se utilizó la siguiente formulación; se hirvió 250 g de ají molido en 4 litros de agua/15 minutos. Se agregó 250 g de ajo molido y se hizo hervir por 5 minutos más. Se mezcló 1 litro de esta solución con 16 litros de agua.

Para el efecto se aplicó en chorro cada 15 días al pie de la planta, para control de “cutzo”, gusanos nocturnos y babosas; al follaje para control de pulgones y gusanos masticadores que es lo mas común en esta especie.

Riegos

Se efectuaron utilizando una regadera con una frecuencia de 5 días, en total se dieron 12 riegos manteniendo siempre la capacidad de campo.

Fase campo

Preparación del terreno

Con anticipación a la plantación se realizó labores de arada, rastrada y nivelada del suelo, exponiendo a los agentes a la acción letal de los rayos ultra violetas del sol así como, a la acción desecante del viento.

Trazado de las parcelas

Con ayuda de las herramientas de labranza se procedió a realizar las parcelas de acuerdo a las dimensiones descritas en el ensayo.

Determinación de la presencia de microorganismos

Una vez que se tomaron las muestras de suelo antes y después del trasplante en el sitio definitivo y cumpliendo con el normativo para realizar esta labor, se envió a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP Estación Experimental “Santa Catalina”, para el respectivo análisis microbiológico del suelo.

Los resultados del análisis micológico se presenta en el anexo 22 y 23, los mismos que muestran la presencia de especies de hongos al inicio del proceso de investigación entre ellos *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp, *Phialophora* sp,

Trichoderma sp y al final del ensayo de campo del análisis micológico, reportó las siguientes especies Penicillium sp, Paecilomyces sp, Fusarium sp, Gliocladium sp, al realizar el análisis micorrizico en el ensayo se comprobó que la población de esporas por gramo de suelo seco varió de 71,65 a 100,37 (esporas/gss). Los resultados del análisis micorrizico se presenta en el (anexo 24).

Preparación de hoyos y diseño de canales

Una vez preparado el terreno se realizó los hoyos de 40 x 40 x 40 cm dejando listo para la abonadora y plantación. Los canales de riego se delinearon a lo largo de la parcela a una distancia de 50 cm de separación con respecto a los hoyos, a fin de permitir con facilidad el ingreso de agua de regadío al sitio de la planta.

Descontaminación del suelo

Para esta labor por su poder germicida se esparció 20 g/sitio de hidróxido de calcio (cal apagada), a fin de que coadyuve al control de agentes fitopatógenos y plagas, así como aceleren la descomposición de la materia orgánica.

Nutrición

Se incorporó en cada hoyo materia orgánica descompuesta de gallinaza a razón de 3 kg/planta, con el fin de facilitar una buena aireación, evitar compactación y encharcamiento de agua y promover un adecuado desarrollo radicular. Se utilizó también insumos ecológicos permitidos en la producción orgánica, registrados por el MAGAP, como el “bioway” 1 kg/planta, humus de lombriz 200 g/planta y roca fosfórica 20 g/planta.

Las aplicaciones de los productos ecológicos se realizaron de la siguiente manera; 30% veinte días antes del trasplante y 70% durante el desarrollo del cultivo (40-80-120 días). Se utilizó al follaje kelatos de Fe, Zn, Ca, Mg, Mn y Bo en dosis de 20 cm³/20 lt de agua.

Aplicación de micorrizas fungifert

Al momento del trasplante al sitio definitivo se aplicó las micorrizas fungifert al fondo y alrededor de las raíces, luego se situaron las plantas en forma manual de manera que la micorriza entre en contacto directo con el sistema radicular, este procedimiento se efectuó con las dosis descritas en el proyecto, es decir 40-60-80 g/planta.

Plantación. La plantación se realizó cuando las plantas alcanzaron 60 días de haber permanecido en las fundas, a una distancia de 2 x 2 m (población de 2500 plantas/ha).

Riegos

Luego de la plantación se efectuó de inmediato un riego por gravedad para evitar la deshidratación de las plantas; luego se regó de acuerdo a las necesidades del cultivo y condiciones climáticas, generalmente ocurrió con un periodo de 15 días, en total se dieron 10 riegos.

Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente con azadón de acuerdo a la incidencia del cultivo, generalmente ocurrió cada 25 días, en total se dieron 4 controles.

Controles fitosanitarios

Con el propósito de proteger el cultivo se utilizó la siguiente formulación; se hirvió 250 g de ají molido en 4 litros de agua/15 minutos. Se agregó 250 g de ajo molido y se hizo hervir por 5 minutos más. Se mezcló 1 litro de esta solución con 16 litros de agua.

Para el efecto se aplicó en chorro cada 15 días al pie de la planta, para control de “cutzo”, gusanos nocturnos y babosas; al follaje para control de pulgones y gusanos masticadores que es lo mas común en esta especie y para el control de insectos minadores insecticidas de baja toxicología se aplicó (*Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*) 4 cm³/20 lt de agua permitidos en la agricultura orgánica.

CAPITULO IV

RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

Fase: Vivero

Altura de planta

Los valores de la variable altura de planta se presenta en el (anexo 1), en el que se observa valores que van desde 15,30 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas), hasta 26,50 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 11,20 cm.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	
REPETICIONES	2	11,60	5,80	6,43	*
TRATAMIENTOS	7	199,17	28,45	31,54	**
VARIEDADES (V)	1	42,63	42,63	47,37	**
DOSIS (D)	2	41,35	20,68	20,94	**
EFECTO LINEAL	1	41,07	41,07	9,05	**
EFECTO CUADRÁTICO	2	1,61	0,80	0,81	NS
V x D	1	29,16	29,16	32,33	**
T1 Vs. TRAT V1	1	93,44	93,44	103,59	**
T2 Vs. TRAT V2	14	12,63	0,90		
ERROR EXP.	23	122,60			
TOTAL					

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 15,67 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 24,30 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 8,63 cm. El promedio general para el ensayo es de 19,64 cm.

El análisis de varianza para el crecimiento en la altura de planta (cuadro 5), establecieron diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% para las fuentes de variación tratamientos, así como para el factor variedades. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 5%. El promedio general para la variable altura de planta fue de 19,55 cm y el coeficiente de variación 4,86% es bajo y da confianza a los resultados obtenidos.

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos (cuadro 6) mostró tres rangos de significación. En el primer rango y lugar se ubica el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), que obtuvo la mejor respuesta en altura de planta con un promedio de 24,30 cm. El segundo rango y lugar lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas), V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas), con valores promedios que van desde 22,10 hasta 19,87 cm. Mientras que en el tercer rango y lugar se ubicaron los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) y los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento), TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores promedios que van desde 17,10 hasta 15,67 cm presentando la menor respuesta en la prueba.

Lo explicado señala que el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), presentan los mejores promedios en altura de planta

con relación al resto de tratamientos especialmente a los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) que no recibieron tratamiento.

Posiblemente se deba a que las micorrizas bajo esta dosis permitieron una mejor zona de absorción radicular y lógicamente una mejor utilización de los nutrientes disponibles en el sustrato, reactiva la vida microbiana del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas, acción que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	24,30	a
V2D2	22,10	a b
V1D3	20,83	b
V2D1	20,63	b
V1D2	19,87	b
V1D1	17,10	c
TV2	15,90	c
TV1	15,67	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Estos resultados tienen coherencia con los criterios de los autores Tusplantas (2005), quienes describen que las micorrizas pueden ser utilizadas en la agricultura en forma de biofertilizantes, tanto en vivero como en el enraizamiento de plantas in-vitro, constituyéndose así en una alternativa valiosa para solucionar problemas de micro propagación, aclimatación y nutrición de diferentes especies de importancia en la agricultura y reduciendo al mismo tiempo los costos de producción, ya que se requiere una menor aplicación de insumos fertilizantes, riego y pesticidas y a su vez es posible establecer sistemas de producción más eficientes, precoces y productivos, que aumentan la sostenibilidad de los cultivos.

Una vez realizada la prueba de significación Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, para el factor variedades en la variable altura de planta se determinó dos rangos de significación demostrando que la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) alcanzó una altura de 22,34 cm, ubicada en el primer rango y lugar mientras que, la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó 19,27 cm de altura ubicándose en el segundo rango y lugar de la prueba.

CUADRO 7. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	22,34	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	19,27	b

En la prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable altura de planta (cuadro 8), se observó dos rangos de significación y se afirma que las plantas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) alcanzaron una altura de 22,57 cm, seguido de la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) con una altura de 20,98 cm.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (30 g/planta)	22,57	a
D2 (20 g/planta)	20,98	a
D1 (10 g/planta)	18,87	b

Finalmente se observa que las plantas con la D1 (10 g/planta de micorrizas) alcanzaron una altura de 18,87 cm de altura de planta.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 1), permite establecer que las micorrizas con relación a la altura de planta (cm), se

incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente altura de planta (cm), observando que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta a la altura de la planta (cm), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto positivo y ascendente de este tratamiento.

La altura de planta fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas.

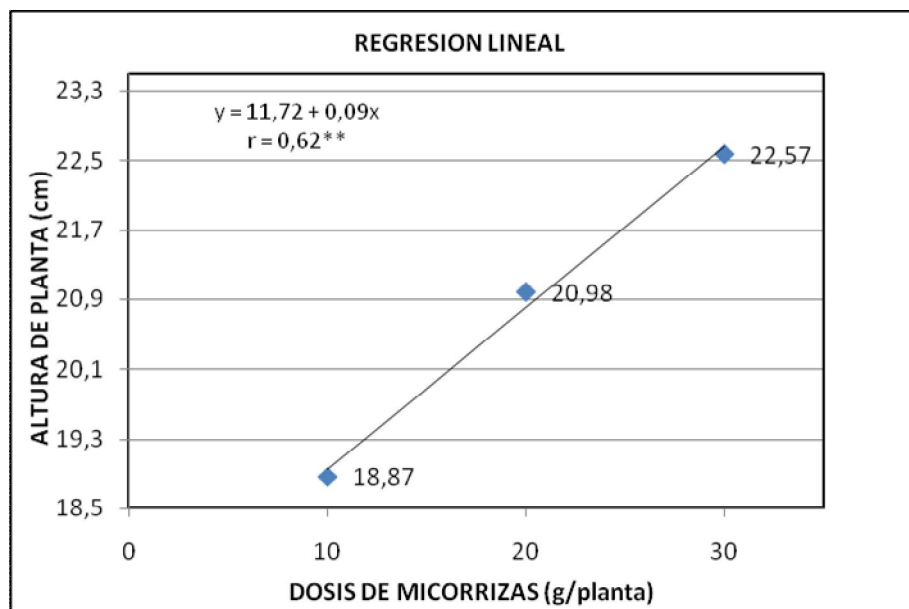


Figura 1. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable altura de la planta en tomate de árbol en la fase de vivero.

Número de hojas

Para esta variable los valores se presenta en el (anexo 2), en él se observa las equivalencias que van desde 3,50 hojas en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 5,17 hojas en el

tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 1,67 hojas. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 3,78 hojas en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 5,06 hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 1,28 hojas. El promedio general para el ensayo es de 4,32 hojas/planta.

En el ADEVA para la evaluación del número de hojas/planta (cuadro 9), determinó diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% para las fuentes de variación tratamientos, así como para el factor variedades.

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	0,89	0,45	21,52
TRATAMIENTOS	7	3,53	0,50	**
VARIEDADES (V)	1	0,40	0,40	24,32
DOSIS (D)	2	1,46	0,73	**
EFECTO LINEAL	1	1,45	1,45	20,00
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,01	0,01	**
V x D	2	0,12	0,06	36,50
T1 Vs. TRAT V1	1	0,60	0,60	**
T2 Vs. TRAT V2	1	0,95	0,95	17,88
T2 Vs. TRAT V2	14	0,29	0,02	**
ERROR EXP.	23	1,55		0,08
TOTAL				NS
				3,00
				NS
				28,82 **
				45,65
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

** = altamente significativo al 1%

El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel del 5%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%.

La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 1%. No existió significación para el efecto cuadrático, V x D. El promedio general para la variable número de hojas/planta fue de 4,29 hojas y el coeficiente de variación obtenido para esta variable es de 3,35% lo cual es aceptable y da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Analizando los promedios en la prueba de Tukey al 5% para el factor tratamientos en la variable número de hojas/planta (cuadro 10), se determinó los promedios en cuatro rangos de significación. En el primer rango y lugar se ubica el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), que obtuvo la mejor respuesta en número de hojas/planta con un promedio de 5,06 hojas, seguido de los tratamientos V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas), V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas) con promedios de 4,55 hojas. Luego se ubicaron los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas) con promedios de 4,28 y 4,17 hojas.

A continuación se ubicaron los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) con 4,05 hojas que comparte con el tratamiento TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) con 3,94 hojas y en el último lugar TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con 3,78 hojas, presentando la menor respuesta en la prueba.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Tratamientos	Promedio	Rango
V2D3	5,06	a
V1D3	4,55	b
V2D2	4,55	b
V1D2	4,28	b c
V2D1	4,17	b c d
V1D1	4,05	c d
TV2	3,94	c d
TV1	3,78	d

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Se observa un menor número de hojas en los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), mientras que el resto de tratamientos que si recibieron aplicación de este bio fertilizante reportaron mejores resultados, por lo tanto el número de hojas se incrementó considerablemente especialmente en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas).

En tal virtud se puede atestiguar que es el tratamiento adecuado para esta variable Roldán (1987), con el uso de las micorrizas arbusculares en viveros es factible en aquellos cultivos que habitualmente contemplan la práctica de trasplante, como es el caso de los frutales y de muchas hortalizas.

En ese sentido el uso de las micorrizas es altamente efectivo y competitivo tanto en viveros como en almácigos, para crecer y desarrollar los órganos de las plantas raíz y luego tallo, hojas, flores y frutos, que las plantas arbóreas las precisan para sobrevivir.

Una vez realizada la prueba de significación Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para la variable número de hojas/planta (cuadro 11), determinó dos rangos de significación demostrando que, la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) alcanzó 4,59 hojas, ubicada en el primer rango y lugar mientras que, la

variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó un promedio de 4,28 hojas ubicándose en el segundo rango y lugar.

CUADRO 11. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Variedades	Promedio	Rango
GIGANTE MORA (V2)	4,59	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	4,28	b

En la prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable número de hojas/planta (cuadro 12).

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Dosis	Promedio	Rango
D3 (30 g/planta)	4,81	a
D2 (20 g/planta)	4,42	b
D1 (10 g/planta)	4,11	c

Se observó 3 rangos de significación y se afirma que las plantas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) alcanzaron un número de hojas/planta de 4,81, seguido de la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) con un número de hojas/planta de 4,42 y finalmente se observó que las plantas con la D1 (10 g/planta de micorrizas) alcanzaron un promedio de 4,11 hojas/planta.

Las variables en el diagrama de dispersión (figura 2), la regresión lineal permite establecer que las micorrizas con relación al número de hojas se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

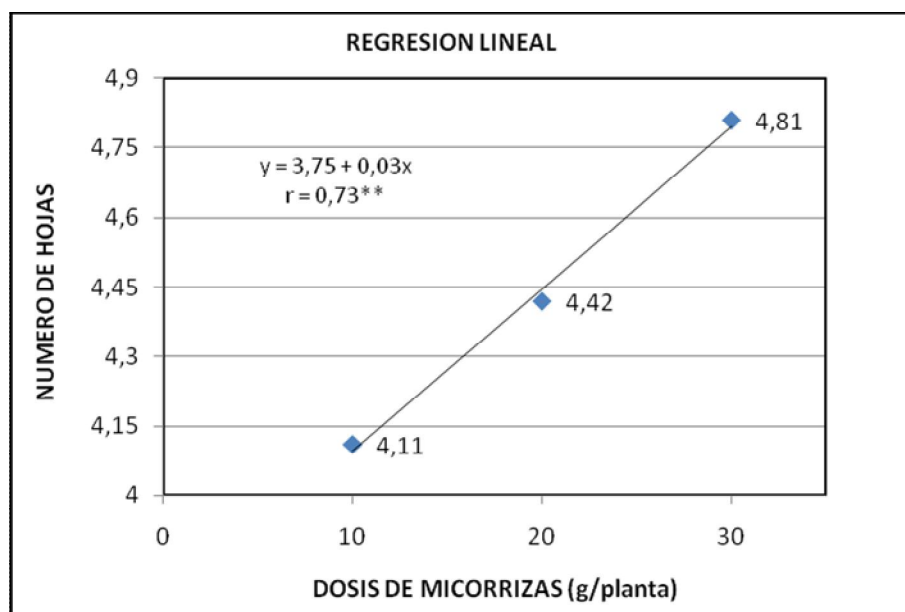


Figura 2. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con relación a la variable número de hojas, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente número de hojas, observando que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta al número de hojas, debido a que la línea de tendencia muestra el efecto positivo y ascendente de este tratamiento. El número de hojas fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas.

Peso fresco del tallo: Los datos de campo de la variable peso fresco del tallo se presenta en el anexo 3, en él se demuestra los valores promedios que van desde 2,76 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 4,77 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 2,07 g. Así mismo se observó en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 2,82 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 4,37 g en el tratamiento V2D3

(variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 1,55 g. El promedio general para el ensayo es de 3,53 g.

El análisis de varianza para la evaluación peso fresco del tallo (cuadro 13), detectó diferencias estadísticas a nivel del 1% para las fuentes de variación tratamientos, así como para el factor variedades. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. La fuente de variación repeticiones presentó significación estadística a nivel del 5%. No existió significación para el efecto cuadrático, V x D. El promedio general para la variable peso fresco del tallo fue de 3,52 cm y el coeficiente de variación 4,91% es bajo y da certeza a los resultados logrados.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	0,37	0,18	6,19
TRATAMIENTOS	7	6,44	0,92	*
VARIEDADES (V)	1	1,36	1,36	30,84
DOSIS (D)	2	1,34	0,67	**
EFECTO LINEAL	1	1,33	1,33	45,33
EFECTO CUADRÁTICO	2	0,05	0,03	22,33
V x D	1	0,95	0,95	**
T1 Vs. TRAT V1	1	3,03	3,03	9,10
T2 Vs. TRAT V2	14	0,42	0,03	**
ERROR EXP.	23	3,98		0,08
TOTAL				NS
				1,00
				NS
				31,88 **
				101,52
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

La prueba de Tukey al 5% para el factor tratamientos en la variable peso fresco del tallo (cuadro 14), determinó los promedios en tres rangos de significación. En el primer rango y lugar se ubica el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), que obtuvo la mejor respuesta en número de hojas/planta con un promedio de 4,37 g seguido de los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas) y V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas) con promedios de 3,98 g, 3,75 g, 3,71 g y 3,58 g de peso fresco del tallo. El último rango comparten los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas), TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento), TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores promedios de 3,08 g, 2,86 g y 2,82 g en su orden.

Los resultados se analizaron estadísticamente y se concluyó que el menor peso fresco del tallo en los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento).

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Tratamientos	Promedio g	Rango
V2D3	4,37	a
V2D2	3,98	a b
V1D3	3,75	b
V2D1	3,71	b
V1D2	3,58	b
V1D1	3,08	c
TV2	2,86	c
TV1	2,82	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Mientras que el resto de tratamientos que si recibieron aplicación de este bio fertilizante especialmente con la dosis D3 reportaron mejores resultados, por

consiguiente la variable peso fresco del tallo se incrementó fundamentalmente en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas).

Una vez obtenida la prueba de significación Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para el factor variedades en la variable peso fresco del tallo (cuadro 15), determinó dos rangos de significación demostrando que la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2), alcanzó un peso fresco del tallo de 4,02 g ubicado en el primer rango y lugar mientras que, la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó 3,47 g de peso fresco del tallo, ubicándose en el segundo rango y lugar de la prueba estadística.

CUADRO 15. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Variedades	Promedio g	Rango
GIGANTE MORA (V2)	4,02	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	3,47	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable peso fresco del tallo (cuadro 16), se observó dos rangos de significación y se determinó que las plantas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) alcanzaron un peso fresco del tallo de 4,06 g seguido de la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) con un peso fresco del tallo de 3,78 g y finalmente se observó que las plantas con la D1 (10 g/planta de micorrizas) alcanzaron un promedio de 3,40 g de peso fresco del tallo ubicándose en el segundo rango y último lugar de la prueba.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Dosis	Promedio g	Rango
D3 (30 g/planta)	4,06	a
D2 (20 g/planta)	3,78	a
D1 (10 g/planta)	3,40	b

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 3), permite establecer que las micorrizas con relación al peso fresco del tallo (g) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente peso fresco del tallo (g), observando que el coeficiente de correlación “r” presentó diferencias estadísticas a nivel de 1%.

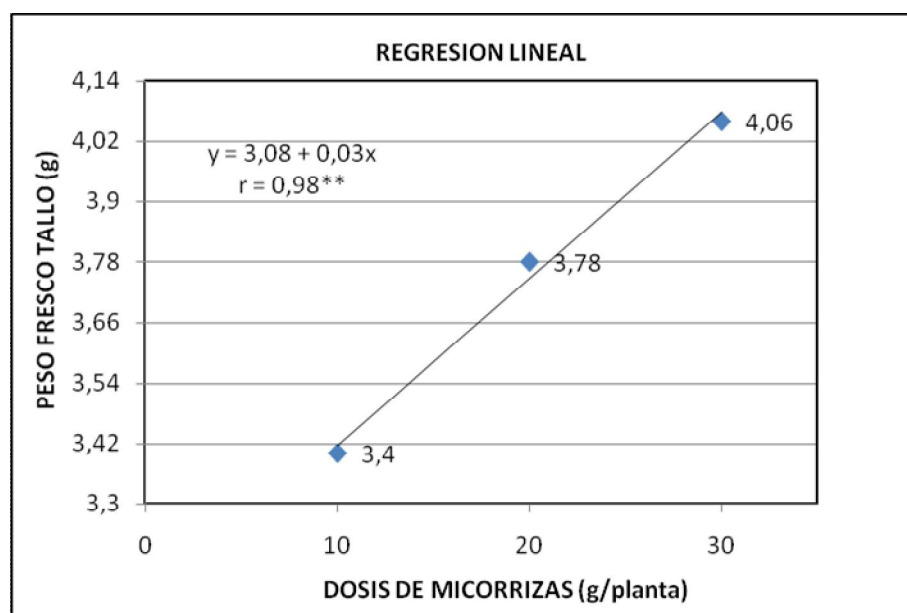


Figura 3. Diagrama de dispersión, resultado de la variable dosis de micorrizas referente a la variable peso fresco del tallo, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta al peso fresco del tallo (g), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto positivo y ascendente de este

tratamiento. El peso fresco del tallo fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas.

Diámetro del tallo

Los valores de la variable diámetro del tallo se presenta en el anexo 4, en él se registra valores que van desde 4,33 mm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 6,67 mm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 2,34 mm.

Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 4,61 mm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 6,17 mm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 1,56 mm. El promedio general para el ensayo es de 5,40 mm.

El análisis de varianza para la evaluación diámetro del tallo (cuadro 17), en la cual se puede observar que la fuente de variación tratamientos se diferencié estadísticamente a nivel de 1%.

Al desdoblar los grados de libertad para tratamientos en el diámetro del tallo se detectó diferencias estadísticas al 1% para el factor variedades y para las fuentes de variación testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	2,73	1,36	64,19
TRATAMIENTOS	7	5,03	0,72	**
VARIEDADES (V)	1	0,30	0,30	33,82
DOSIS (D)	2	1,23	0,61	**
EFFECTO LINEAL	1	1,22	1,22	15,00

EFEECTO CUADRÁTICO	1	0,01	0,01	**
V x D	2	0,19	0,10	30,50
T1 Vs. TRAT V1	1	1,71	1,71	**
T2 Vs. TRAT V2	1	1,44	1,44	6,03
ERROR EXP.	14	0,30	0,02	*
TOTAL	23	3,15		0,03
				NS
				5,00
				NS
				80,53
				**
				67,56
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 5%.

La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 1%. No existió significación para el efecto cuadrático y V x D. El promedio general para la variable diámetro del tallo fue de 5,40 mm y el coeficiente de variación 2,70% es bajo y proporciona seguridad en los resultados conseguidos.

Para observar que tratamientos tuvieron los mejores resultados en la variable diámetro del tallo se realizó una prueba de Tukey al 5% que se presenta en el cuadro 18, apartó los promedios en cinco rangos de significación. El rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 6,17 mm. El segundo rango “b” lo comparte el tratamiento V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas) con 5,78 mm. El tercer rango “c” lo comparten los tratamientos V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas) y V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas) con promedios de 5,67 mm y 5,50 mm de diámetro del tallo. El cuarto rango “d” para los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) y V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de

micorrizas) con promedios de 5,28 mm del diámetro del tallo. El quinto rango “e” lo comparten los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), con promedios de 4,94 mm y 4,61 mm del tallo ubicándose en el penúltimo y último lugar de la prueba.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Tratamientos	Promedio mm	Rango
V2D3	6,17	a
V2D2	5,78	a b
V1D3	5,67	b c
V1D2	5,50	b c
V1D1	5,28	c d
V2D1	5,28	c d
TV2	4,94	d e
TV1	4,61	e

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Los datos registrados permitieron evaluar estadísticamente el diámetro del tallo, observando que los tratamientos que recibieron dosis de micorrizas beneficiaron a las plantas, se consiguió mayor diámetro del tallo en relación con los testigos de las dos variedades de tomate de árbol. El análisis de varianza confirma la aplicación de micorrizas, especialmente con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), lo que se logró con la aplicación de la dosis V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), al comparar con los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento). Esto revalida con lo expuesto por Orellana (1990) que dice: La simbiosis conocida como micorriza, es un consorcio entre las raíces de ciertas plantas y algunos hongos; con este tipo de asociación las plantas exhiben mayor crecimiento y rinden más que las no colonizadas.

Evaluando el factor variedades en la variable diámetro del tallo (cuadro 19), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% determinó los promedios

en dos rangos de significación demostrando que, la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) alcanzó el diámetro del tallo un valor de 5,74 mm ubicándose en el primer rango y lugar mientras que, la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó 5,48 mm de diámetro del tallo ubicándose en el segundo rango y lugar.

CUADRO 19. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Variedades	Promedio mm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	5,74	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	5,48	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable diámetro del tallo (cuadro 20).

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Dosis	Promedio mm	Rango
D3 (30 g/planta)	5,92	a
D2 (20 g/planta)	5,64	b
D1 (10 g/planta)	5,28	c

Se observó tres rangos de significación y se determinó que las plantas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), alcanzaron un promedio de diámetro del tallo de 5,92 mm seguido de la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) con un diámetro del tallo de 5,64 mm y finalmente se observó que las plantas con la D1 (10 g/planta de micorrizas) alcanzaron un promedio de 5,28 mm de diámetro del tallo ubicándose en el tercer rango y último lugar de la prueba.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 4), permite establecer que las micorrizas con relación al diámetro del tallo (mm) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

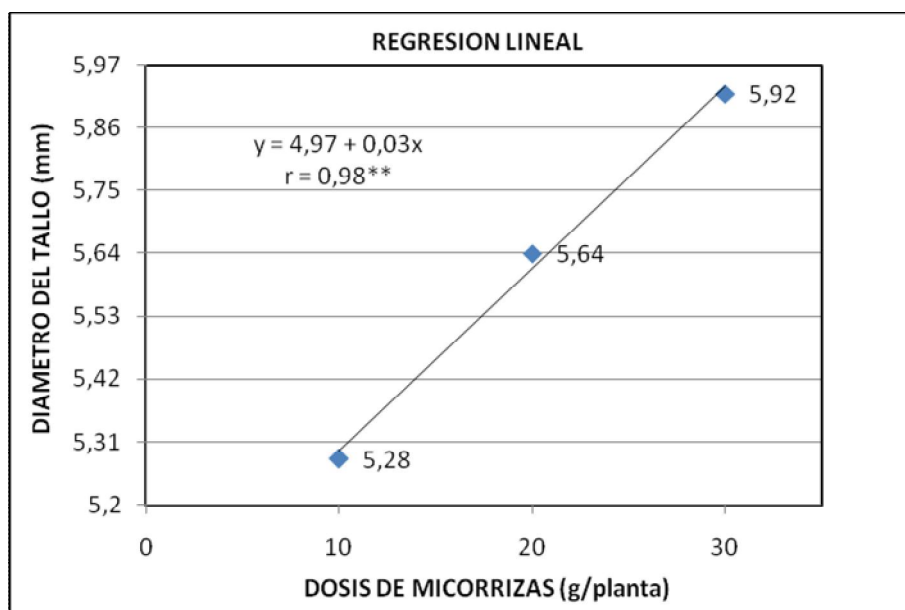


Figura 4. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas sobre la variable diámetro del tallo, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta al diámetro del tallo (mm), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto ascendente de este tratamiento. El coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo.

Peso fresco de la raíz

Los valores de la variable peso fresco de la raíz se presenta en el anexo 5, en él se registra valores que van desde 2,66 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 4,59 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 1,93 g. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 2,71 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 4,21 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 1,50 g. El promedio general para el ensayo es de 3,41 g de peso fresco de la raíz.

CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	0,33	0,16	5,41
TRATAMIENTOS	7	5,97	0,85	*
VARIEDADES (V)	1	1,17	1,17	28,20
DOSIS (D)	2	1,25	0,62	**
EFECTO LINEAL	1	1,24	1,24	39,00
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,01	0,01	**
V x D	2	0,05	0,03	20,67
T1 Vs. TRAT V1	1	0,94	0,94	**
T2 Vs. TRAT V2	1	2,81	2,81	9,46
ERROR EXP.	14	0,42	0,03	**
TOTAL	23	3,75		0,11
				NS
				1,00
				NS
				31,21
				**
				92,74
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

El análisis de varianza para la evaluación peso fresco de la raíz (cuadro 21), donde se puede observar que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel de 1%.

Se detectó también diferencias estadísticas a nivel de 1% para el factor variedades así como para la comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2.

El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 5%. No existió significación para el efecto cuadrático, Variedades x Dosis. El promedio general para la variable peso fresco de la raíz fue

de 3,39 g y el coeficiente de variación 5,12% es bajo y da evidencia a los resultados alcanzados.

En la evaluación de la variable peso fresco de la raíz aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se observó los promedios en cuatro rangos de significación (cuadro 22).

En el primer rango se observó el mejor peso fresco de la raíz para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) con un promedio de 4,21 g.

El segundo rango lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas), es decir con promedios de 3,83 g; 3,63 g; 3,57 g.

Le siguen en tercer rango los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) con 3,48 g; 2,98 g de peso fresco de la raíz. Finalmente el cuarto rango es para los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores de 2,75 y 2,71 g de peso de la raíz en su orden.

Estadísticamente con los datos alcanzados se evaluó la variable peso fresco de la raíz, observando que las plantas que recibieron tratamiento se beneficiaron en comparación con aquellas plantas que no recibieron. El análisis de varianza confirma que la aplicación de micorrizas, especialmente con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas). Esto revalida con lo expuesto por Stanier (1985), al referirse a la acción de las micorrizas, menciona que facilitan la absorción del agua y sales minerales del suelo, la superficie absorbente del sistema radicular de la planta se aumenta varias veces gracias a las hifas del hongo, además por la función de la micorriza como órgano de absorción ha sido confirmada al comparar

la cantidad de sales que toman del suelo plantas con micorrizas y plantas sin ellas, características que beneficiaron al cultivo, especialmente con la aplicación de micorrizas en la dosis antes mencionada.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Tratamientos	Promedio g	Rango
V2D3	4,21	a
V2D2	3,83	a b
V1D3	3,63	b
V2D1	3,57	b
V1D2	3,48	b c
V1D1	2,98	c d
TV2	2,75	d
TV1	2,71	d

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Valorando el factor variedades en la variable peso fresco de la raíz (cuadro 23) la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, apartó los promedios en dos rangos de significación.

CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Variedades	Promedio g	Rango
GIGANTE MORA (V2)	3,87	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	3,36	b

Así se deduce que los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) logró un promedio de 3,87 g ubicándose en el primer lugar y rango “a” mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 3,36 g de peso fresco de la raíz ubicándose en el segundo lugar y rango “b”. Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable peso fresco de la raíz (cuadro 24).

CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Dosis	Promedio g	Rango
D3 (30 g/planta)	3,92	a
D2 (20 g/planta)	3,36	a
D1 (10 g/planta)	3,28	b

Se observó dos rangos de significación En el primer lugar y rango “a” se ubican los tratamiento D3 (30 g/planta de micorrizas) y D2 (20 g/planta de micorrizas) presentando los mejores promedios con 3,92 g y 3,36 g. El segundo lugar y rango “b” se ubica el tratamiento D1 (10 g/planta de micorrizas) con un promedio de 3,28 g de dosis de micorrizas.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 5), permite establecer que las micorrizas con relación al peso fresco de la raíz (g) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

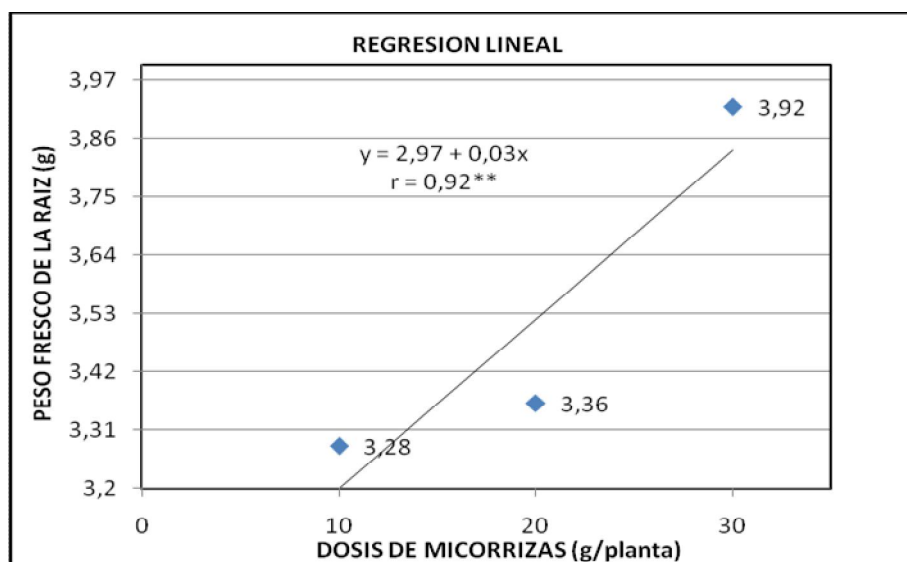


Figura 5. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con relación a la variable peso fresco de la raíz, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una superior respuesta al peso fresco de la raíz

(g), debido a que la línea de tendencia muestra un efecto positivo de este tratamiento. La variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y la variable dependiente peso fresco de la raíz (g). El coeficiente de correlación “r” presentó diferencias estadísticas a nivel del 1%.

Volumen del sistema radicular

Los valores de la variable volumen del sistema radicular se presenta en el anexo 6, en él se observa valores que van desde 4,33 cm³ en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 6,26 cm³ en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 1,93 cm³. Así mismo se observó en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 4,38 cm³ en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 5,88 cm³ en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 1,50 cm³. El promedio general para el ensayo es de 5,07 cm³ de volumen del sistema radicular.

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación volumen del sistema radicular (cuadro 25), donde se puede observar que la fuente de variación tratamientos.

CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	0,36	0,18	5,19
TRATAMIENTOS	7	5,92	0,85	*
VARIEDADES (V)	1	1,22	1,22	24,56
DOSIS (D)	2	1,18	0,59	**
EFECTO LINEAL	1	1,17	1,17	40,67
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,02	0,02	**
V x D	2	0,06	0,03	19,67
T1 Vs. TRAT V1	1	0,91	0,91	**
T2 Vs. TRAT V2	1	2,81	2,81	8,27
ERROR EXP.	14	0,48	0,03	*
TOTAL	23	3,71		0,13
				NS
				1,00
				NS
				26,38 **
				81,43 **

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

Se diferenció estadísticamente a nivel de 1%. Se detectó también diferencias estadísticas a nivel de 1% para el factor variedades así como para las comparaciones del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 5%. La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 5%. No existió significación para el efecto cuadrático y V x D en su orden. El promedio general para la variable volumen del sistema radicular fue de 5,06 cm³ y el coeficiente de variabilidad 3,67% es bajo y da convicción a los resultados conseguidos.

En la evaluación de la prueba de Tukey al 5% para la variable volumen del sistema radicular, separó los promedios en cuatro rangos de significación (cuadro 26). El primer lugar y rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), presentó el mejor promedio con 5,88

cm³. El segundo lugar y rango “b” lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas) con promedios de 5,50 cm³; 5,26 cm³; 5,24 cm³. El tercer lugar y rango “c” lo comparten los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) con promedios de 5,15 cm³; 4,64 cm³. Finalmente el cuarto lugar de la prueba y rango “d” para los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores promedios de 4,42 cm³ y 4,38 cm³ de volumen del sistema radicular.

Luego del análisis estadístico los resultados de la variable volumen del sistema radicular, es posible suponer que las micorrizas aplicadas a la planta de tomate de árbol en las dos variedades, provocaron diferencias, por cuanto los tratamientos que recibieron micorrizas alcanzaron mejores resultados que el tratamiento testigo, en el mismo que no se aplicó este producto. Los resultados más selectos se obtuvieron con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), con lo cual la variable volumen del sistema radicular se aumentó, lo que permite afirmar que el producto es imprescindible para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Los resultados referidos tiene que ver con los descritos de Proexan (1994), quienes aseveran que las micorrizas aumentan el ámbito de la acción radicular para la absorción de agua y nutrientes por las plantas; permiten una mayor resistencia de las plantas a la sequia y a las altas temperaturas, a las toxinas (orgánicas e inorgánicas) a los valores bajos de acidez en los suelos. La micorriza protege las plantas de organismos patógenos radiculares por los mecanismos de sustancias antibióticas que inhiben la acción de hongos patógenos y aun de nematodos”, características que benefició al cultivo, especialmente con la aplicación de las micorrizas con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas). Esto revalida con lo expuesto por Stanier (1985), enuncia que dan una mejor asimilación del fósforo del suelo en la mayoría de cultivos agrícolas, el área y el volumen de las raíces aumenta, porque son más sanas, mejor alimentadas y las hifas de los hongos actúan como extensiones de la raíz.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Tratamientos	Promedio cm ³	Rango
V2D3	5,88	a
V2D2	5,50	a b
V1D3	5,26	b
V2D1	5,24	b
V1D2	5,15	b c
V1D1	4,65	c d
TV2	4,42	d
TV1	4,38	d

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Valorando el factor variedades en la variable volumen del sistema radicular, la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación (cuadro 27). Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 5,54 cm³ ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 5,02 cm³ del volumen del sistema radicular, ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Variedades	Promedio cm ³	Rango
GIGANTE MORA (V2)	5,54	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	5,02	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable volumen del sistema radicular (cuadro 28), se observó dos rangos de significación.

En el primer lugar y rango “a” se ubican los tratamiento D3 (30 g/planta de micorrizas) y D2 (20 g/planta de micorrizas) presentando los mejores promedios con 5,57 cm³ y 5,33 cm³. En el segundo lugar y rango “b” se ubica el tratamiento

D1 (10 g/planta de micorrizas) con un promedio de 4,95 cm³ de dosis de volumen del sistema radicular.

CUADRO 28. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Dosis	Promedio cm ³	Rango
D3 (30 g/planta)	5,57	a
D2 (20 g/planta)	5,33	a
D1 (10 g/planta)	4,95	b

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 6), permite establecer que las micorrizas con relación al volumen del sistema radicular (cm³).

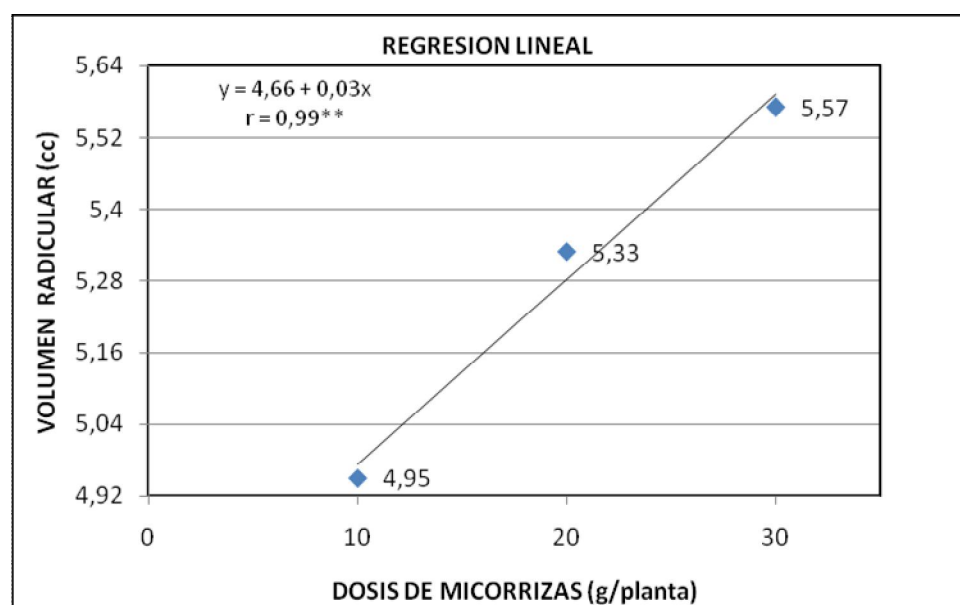


Figura 6. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable volumen del sistema radicular, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

Se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

La figura indica que el volumen del sistema radicular fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas,

muestra que sobre los 30 g/planta de micorrizas probablemente exista una mejor respuesta al volumen del sistema radicular (cm^3), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto ascendente de este tratamiento.

Se consideró como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente volumen del sistema radicular (cm^3), observando que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo.

Longitud de hojas/planta (parte baja)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte baja se exhibe en el anexo 7, en él se puede constatar valores que van desde 9,42 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 13,17 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 3,75 cm. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 9,53 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 12,51 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 2,98 cm. El promedio general para el ensayo fue de 10,98 cm de longitud de hojas/planta. Aplicando el análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte baja (cuadro 29), detectó que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel de 1%. Se observó también diferencias estadísticas al 1% para las comparaciones del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La fuente de variación repeticiones y variedades presentaron significación estadística a nivel de 5%, mientras que el factor V x D no presentó significación estadística. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta (parte baja) fue de 10,96 cm y el coeficiente de variación 3,40% es bajo y da firmeza a los resultados obtenidos.

CUADRO 29. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	1,39	0,70	5,93
TRATAMIENTOS	7	19,67	2,81	*
VARIEDADES (V)	1	0,63	0,63	23,92
DOSIS (D)	2	6,77	3,38	**
EFECTO LINEAL	1	5,95	5,95	5,25
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,82	0,82	*
V x D	2	0,19	0,09	28,17
T1 Vs. TRAT V1	1	6,14	6,14	**
T2 Vs. TRAT V2	1	5,65	5,65	23,40
ERROR EXP.	14	1,64	0,12	**
TOTAL	23	11,79		3,22
				NS
				0,75
				NS
				52,28 **
				48,08 **

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta (parte baja), separó los promedios en cinco rangos de significación (cuadro 30).

En el rango “a” se ubica con el mejor promedio el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) con 12,51 cm. El rango “b” lo comparte el tratamiento V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas) con un promedio de 11,94 cm de longitud de hojas. El tercer rango “c” lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas), V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas) con valores de 11,11 cm; 11,05 cm; 11,02 cm de longitud de hojas. El rango “d” también compartió con los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas), TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) con valores de 10,58 cm y 9,97 cm.

Finalmente en el rango “e” el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) registró un valor promedio de 9,53 cm de longitud de hoja que corresponde al último lugar de la prueba.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones anteriormente descritos y siendo estos los correspondientes a la variable longitud de hojas bajas, se puede afirmar que las micorrizas aplicadas a la planta de tomate de árbol en las dos variedades, provocaron diferencias estadísticas, por cuanto las plantas que recibieron micorrizas alcanzaron mejores resultados que aquellas que no recibieron, es posible que la utilización de micorrizas haya influido en estos resultados al comparar con los testigos.

CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	12,51	a
V1D3	11,94	a b
V2D2	11,11	b c
V2D1	11,05	b c
V1D2	11,02	b c
V1D1	10,58	c d
TV2	9,97	d e
TV1	9,53	e

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Los resultados más relevantes se obtuvieron con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), con lo cual la longitud de las hojas bajas se incrementó, lo que permite aseverar que el producto es imprescindible para el crecimiento de las hojas consecuentemente se consiguió un buen desarrollo del follaje como un parámetro para una buena producción. Los resultados obtenidos para esta variable se hallan directamente relacionados a lo descrito por Cervantes (2007), quien indica que el desarrollo vegetal puede incrementarse con la utilización de elementos biológicos que actúan de forma coordinada en la interface suelo-raíz, entre estos y como factores imprescindibles se encuentran los hongos formadores

de micorrizas. Valorando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta (parte baja), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación (cuadro 31). Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 11,56 cm ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 11,18 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar correspondiendo al rango “b”.

CUADRO 31. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	11,56	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	11,18	b

En la prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable longitud de hojas/planta de la parte baja (cuadro 32), separó los promedios en dos rangos de significación.

CUADRO 32. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (80 g/planta)	12,23	a
D2 (60 g/planta)	11,07	b
D1 (40 g/planta)	10,82	b

El rango “a” para la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 12,23 cm. El segundo rango “b” lo comparten los tratamientos con la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) y la dosis D1 (10 g/planta de micorrizas) con promedios de 11,07 cm y 10,82 cm de longitud en la prueba de significación estadística.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 7), permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hojas bajas

(cm) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

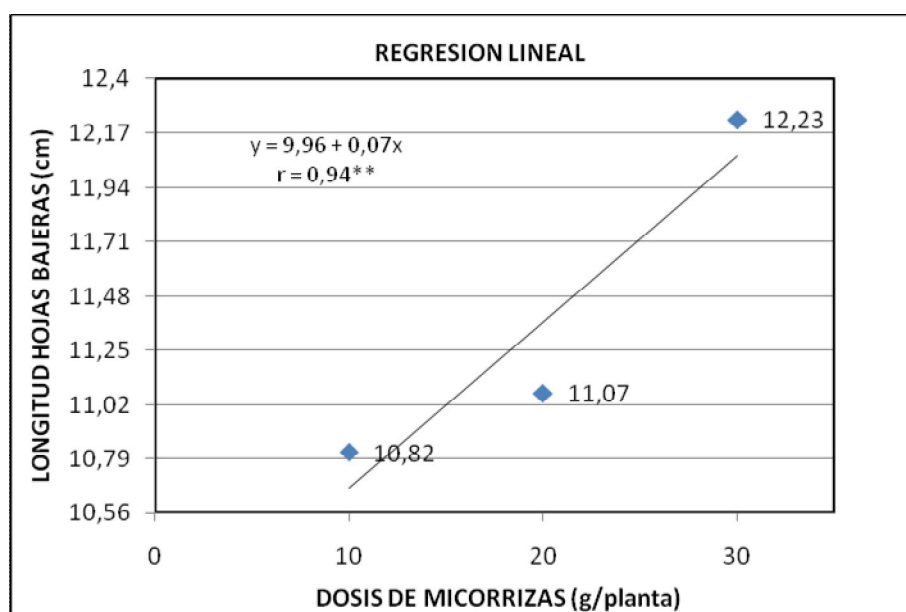


Figura 7. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable longitud de hojas bajas, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

El coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo. Se consideró como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente longitud de hojas bajas (cm), la tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas factiblemente exista una mejor respuesta a la longitud de hojas bajas (cm), debido a que la línea de tendencia va subiendo conforme se aumenta la dosis en los tratamientos.

Longitud de hojas/planta (parte media)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte media se exhibe en el anexo 8, en él se puede confirmar valores que van desde 7,75 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 11,58 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 3,83 cm. Así mismo se observó en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 7,97 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad

de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 10,88 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 2,91 cm. El promedio general para el ensayo fue de 9,43 cm de longitud de hojas/planta.

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 33), detectó que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel del 1%. Se observó también diferencias estadísticas a nivel del 1% para variedades así como para repeticiones y para las comparaciones del testigo T1 Vs tratamientos V1 y testigo T2 Vs tratamientos V2.

CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	
REPETICIONES	2	2,72	1,36	13,27	**
TRATAMIENTOS	7	22,01	3,14	30,66	**
VARIEDADES (V)	1	2,28	2,28	22,80	**
DOSIS (D)	2	5,41	2,71	27,10	**
EFECTO LINEAL	1	5,41	5,41	13,33	**
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,0013	0,0013	0,0033	NS
V x D	2	0,01	0,01	0,10	NS
T1 Vs. TRAT V1	1	5,38	5,38	52,48	**
T2 Vs. TRAT V2	1	9,07	9,07	88,43	**
ERROR EXP.	14	1,44	0,10		
TOTAL	23	14,45			

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACION: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

** = altamente significativo al 1%

El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. Las fuentes de variación V x D no presentaron significación estadística. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta de la parte media fue de 9,43 cm y el coeficiente de variación 3,40% es bajo y da solides a los resultados conseguidos.

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta (parte media), separó los promedios en cuatro rangos de significación (cuadro 34). El primer lugar y rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 10,88 cm. El segundo lugar y rango “b” lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas) con promedios de 10,25 cm, 10,22 cm de longitud de hojas. El tercer lugar y rango “c” lo comparten los tratamientos V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas), V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas) con 9,56 cm y 9,47 cm de longitud. En el penúltimo lugar de la prueba se encuentra el tratamiento V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) con un promedio de 8,86 cm y finalmente los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con promedios de 8,22 cm y 7,97 cm de longitud de hoja en su orden.

CUADRO 34. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	10,88	a
V2D2	10,25	a b
V1D3	10,22	a b
V2D1	9,56	b c
V1D2	9,47	b c
V1D1	8,86	c d
TV2	8,22	d
TV1	7,97	d

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Los resultados se analizaron estadísticamente y se concluyó que con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), hay efecto positivo en la variable longitud de hojas de la parte media esto posiblemente indica que, las micorrizas aplicadas a la planta de tomate de árbol en las dos variedades, indujeron en los resultados que aquellas

plantas que no recibieron ningún tratamiento, como es el caso de los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento).

Es importante la presencia de esta variable en la planta toda vez que, la función principal es proveer la energía necesaria a la planta para la realización correcta de sus funciones especialmente de la fotosíntesis. Los resultados obtenidos en el presente estudio, se encuentran acordes a lo descrito por Guerrero (1997), en donde se indica que el uso de estos hongos micorrizogenos incrementa el vigor de la parte aérea, se produce un incremento en la altura y un mayor estado nutricional del cultivo.

Calculando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 35), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación.

CUADRO 35. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	10,23	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	9,52	b

Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 10,23 cm ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 9,52 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

En la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta (parte media), separó los promedios en tres rangos de significación (cuadro 36).

CUADRO 36. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (30 g/planta)	10,55	a
D2 (20 g/planta)	9,86	b
D1 (10 g/planta)	9,21	c

El primer lugar y rango “a” para la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 10,55 cm. El segundo lugar que corresponde al rango “b” para la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) con un valor de 9,86 cm y en tercer lugar y rango “c” la dosis D1 (10 g/planta de micorrizas) con promedio de 9,21 cm de longitud de hojas.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 8), permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hojas de la parte media (cm) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

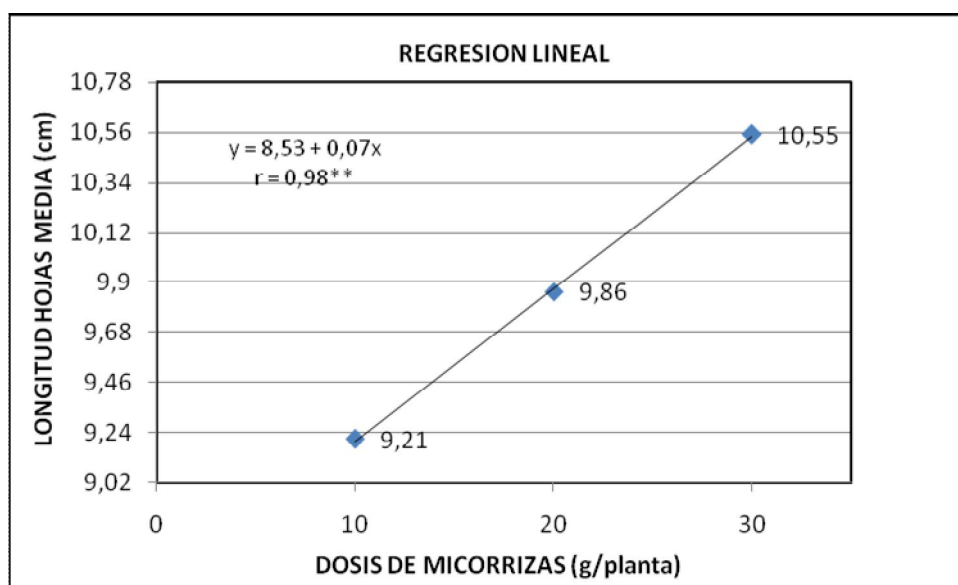


Figura 8. Diagrama de dispersión, relación de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable longitud de hojas de la parte media, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente longitud de hojas de la parte media (cm), observando que el

coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, testifica que sobre los 30 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta a la longitud de hojas de la parte media (cm), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto ascendente de este tratamiento. La longitud de las hojas de la parte media fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas.

Longitud de hojas/planta (parte bandera)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte bandera se exhibe en el anexo 9, en él se puede verificar valores que van desde 3,83 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 9,08 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 5,25 cm. Así mismo se observó en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 4,28 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 8,17 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), con un rango de 3,89 cm. El promedio general fue de 5,94 cm de longitud de hojas/planta.

CUADRO 37. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	
REPETICIONES	2	3,87	1,93	8,05	**
TRATAMIENTOS	7	39,31	5,62	23,38	**
VARIEDADES (V)	1	6,22	6,22	25,92	*
DOSIS (D)	2	17,77	8,88	37,00	**
EFECTO LINEAL	1	17,76	17,76	18,76	**
EFECTO CUADRÁTICO	2	1,82	0,91	3,79	*
V x D	1	4,55	4,55	18,94	
T1 Vs. TRAT V1	1	8,68	8,68		**
T2 Vs. TRAT V2	14	3,36	0,24	36,14	**
ERROR EXP.	23	13,23			
TOTAL					

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

El análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 37), detectó que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel del 1%. Se observó también diferencias estadísticas a nivel del 1% para repeticiones así como para las comparaciones del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera fue de 5,86 cm y el coeficiente de variación 8,36% es bajo y da fe a los resultados conseguidos.

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 38), separó los promedios en dos rangos de significación. El primer lugar y rango “a” se encuentran los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g/planta de micorrizas), V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 20 g/planta de micorrizas) y V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 30 g/planta de micorrizas) presentaron promedios con valores de 8,17 cm, 7,21 cm y 6,86 cm de longitud de hojas. En el segundo lugar y rango “b” se encuentran los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 20 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas), TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores promedios que van desde 5,33 cm hasta 4,28 cm en su orden.

Finalizado la parte estadística sobre el comportamiento de la variable longitud de hojas de la parte bandera, se prevalece que la aplicación de micorrizas en las dos variedades de tomate de árbol, produjeron diferencias significativas en la longitud de la hoja bandera, toda vez que, se incrementó la longitud de hojas bandera con la utilización de micorrizas en la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), debido posiblemente a la acción de las micorrizas u hongos de la raíz presentes en este

producto que fue aplicado en el enfundado de las plantas que es el momento que empiezan a formar las raíces y puede ser aprovechado de una mejor manera por la planta.

Es importante la presencia de esta variable en la planta toda vez que, la función principal es proveer la energía necesaria a la planta para la realización correcta de sus funciones. Esto lo logra, primero que todo absorbiendo luz a diferentes longitudes de onda, con la ayuda de unos pigmentos foto receptores como la clorofila. Esta luz absorbida será la encargada de iniciar lo que se conoce como la cadena transportadora de electrones. La hoja permite también la entrada de CO₂, que es el componente orgánico primordial que necesita la planta.

Este ingreso de CO₂ se realiza por medio de las estructuras llamadas "estomas". Su función es la transpiración de la planta. Orellana (1990), concretamente menciona que las micorrizas mejoran diversos procesos fisiológicos como el incremento del ritmo de intercambio de CO₂, transpiración, cambios en la conductancia estomática, eficacia en el uso de agua, aparte del derivado de la captación de nutrientes.

CUADRO 38. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	8,17	a
V2D2	7,21	a
V1D3	6,86	a
V1D2	5,33	b
V2D1	5,25	b
TV2	4,91	b
V1D1	4,91	b
TV1	4,28	b

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Calculando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 39). La prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%,

retiró los promedios en dos rangos de significación, los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 6,87 cm

CUADRO 39. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5 % PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	6,87	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	5,70	b

Ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 5,70 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar y rango “b” respectivamente.

La prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 40), separó los promedios en dos rangos de significación.

El tratamiento con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 7,51 cm, seguido de los tratamientos con la dosis D2 (20 g/planta de micorrizas) y con la dosis D3 (10 g/planta de micorrizas) con un promedio de 6,27 cm y 5,08 cm de longitud de hojas de la parte bandera en su orden.

CUADRO 40. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (30 g/planta)	7,51	a
D2 (20 g/planta)	6,27	b
D1 (10 g/planta)	5,08	c

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 9), permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hojas banderas

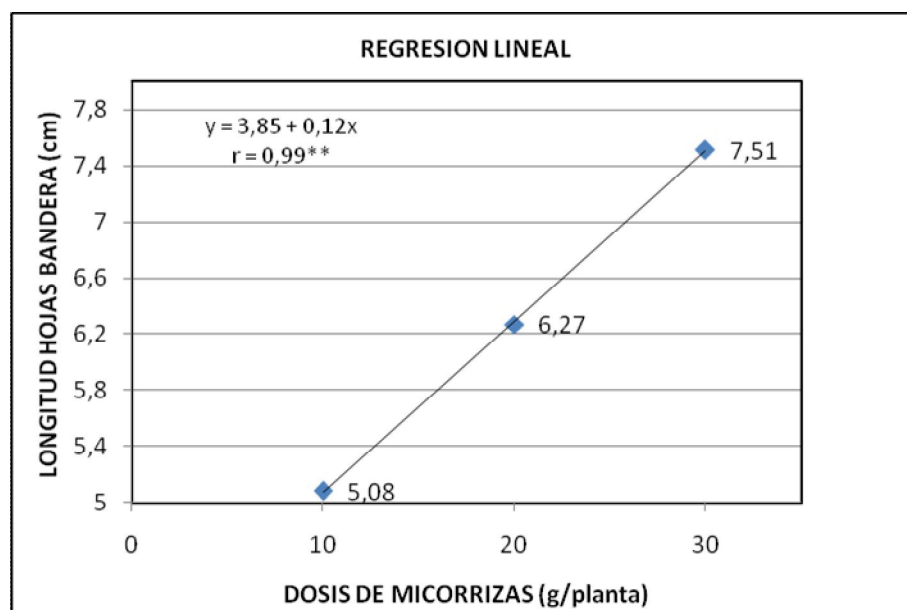


Figura 9. Diagrama de dispersión, consecuencia de la variable dosis de micorrizas referente a la variable longitud de hojas banderas, en plantas de tomate de árbol en la fase de vivero.

Se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas).

La línea de tendencia para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 30 g/planta de micorrizas factiblemente exista una mejor respuesta a la longitud de hojas banderas (cm), debido a que la tendencia lineal muestra el efecto positivo de este tratamiento. La longitud de hojas de la parte bandera fue mayor al aplicar mayores dosis de micorrizas.

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente longitud de hojas banderas (cm), observando que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo.

Fase: Campo

Altura de planta

Los valores de la variable altura de planta se presenta en el anexo 10, en él se observa valores que van desde 39,00 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas), hasta 54,50 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 15,50 cm. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 39,67 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 51,42 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 11,75 cm. El promedio general para el ensayo es de 45,92 cm.

El análisis de varianza para el crecimiento en la altura de planta (cuadro 41), detectó diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% para las fuentes de variación tratamientos, así como para el factor variedades. El factor dosis registró diferencias de significación con tendencia lineal a nivel de 5%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 5%. No se encontró significación estadística para el factor V x D. El promedio general para la variable altura de planta fue de 46 cm y el coeficiente de variación 3,82% es bajo y da consistencia a los resultados alcanzados.

CUADRO 41. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	31,13	15,57	5,03
TRATAMIENTOS	7	365,23	52,18	*
VARIEDADES (V)	1	50,84	50,84	16,86
DOSIS (D)	2	50,58	25,29	**
EFECTO LINEAL	1	50,02	50,02	16,45
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,56	0,56	**
V x D	2	10,11	5,06	8,18
T1 Vs. TRAT V1	1	95,88	95,88	*
T2 Vs. TRAT V2	1	158,34	158,34	5,78
ERROR EXP.	14	43,33	3,09	*
TOTAL	23	254,22		0,06
				NS
				0,09
				NS
				30,98
				**
				51,16
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de planta (cuadro 42), determinó tres rangos de significación. En el primer lugar y rango “a” se ubicaron los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), que obtuvieron la mejor respuesta en altura de planta con un promedio de 51,42 cm, compartiendo este rango hasta el tratamiento V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas) con un valor promedio de 48,17 cm. En el segundo lugar y rango “b” se ubicaron los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas) y V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con valores promedios de 47,33 y 43,08 cm. En tercer lugar y rango “c” se ubicaron los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin

tratamiento), presentando la menor respuesta en la prueba con un promedio de 41,17 y 39,67 cm de altura de planta.

En el comportamiento de la variable altura de planta se destaca que la aplicación de micorrizas en las dos variedades de tomate de árbol gigante amarillo y gigante mora, produjeron diferencias significativas en la altura de planta, por cuanto, las plantas que recibieron tratamientos presentaron mejores resultados que los testigos, es decir aquellas que no recibieron tratamiento, esto permite aseverar que las plantas que recibieron la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas), consiguieron mayor crecimiento en altura de planta, lo que posiblemente mejorará los rendimientos del cultivo, elevando su producción, criterio que es compartido por Smith (1988), menciona que en suelos con bajos contenido de fósforo disponible, las plantas con micorrizas tienen mayores tasas de crecimiento que las plantas sin ellas.

CUADRO 42. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	51,42	a
V2D2	48,92	a
V2D1	48,33	a
V1D3	48,17	a
V1D2	47,33	a b
V1D1	43,08	b c
TV2	41,17	c
TV1	39,67	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Las micorrizas parecen modificar las propiedades de absorción por el sistema radical a través de él desarrollo de hifas en el suelo, provenientes de las raíces, la absorción de fósforo por las hifas, la translocación de fosfato a grandes distancias por las hifas, la transferencia de fosfato desde el hongo a las células de la raíz y como el resultado del mejoramiento de su alimentación de fosfato.

Una vez realizada la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% (cuadro 43), determinó dos rangos de significación demostrando que, la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) alcanzó una altura de 49,56 cm, ubicada en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó 46,19 cm de altura ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 43. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	49,56	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	46,19	b

La prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable altura de planta (cuadro 44), se observó dos rangos de significación y se demuestra que las plantas con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) alcanzaron una altura de 49,79 cm, seguido de la dosis D2 (60 g/planta de micorrizas) con 48,13 cm y en el segundo rango y último lugar de la prueba se ubicó las plantas que se aplicó la dosis D1 (40 g/planta de micorrizas) con 45,71 cm de altura de planta.

CUADRO 44. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (80 g/planta)	49,79	a
D2 (60 g/planta)	48,13	a b
D1 (40 g/planta)	45,71	b

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 10), permite establecer que las micorrizas con relación a la altura de planta (cm), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas). En las variables; independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente altura de la planta (cm), se observó que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor estadístico

a nivel del 5%. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 80 g/planta de micorrizas posiblemente exista un mejor resultado a la altura de la planta (cm), debido a que la línea de tendencia muestra un incremento ascendente de este tratamiento.

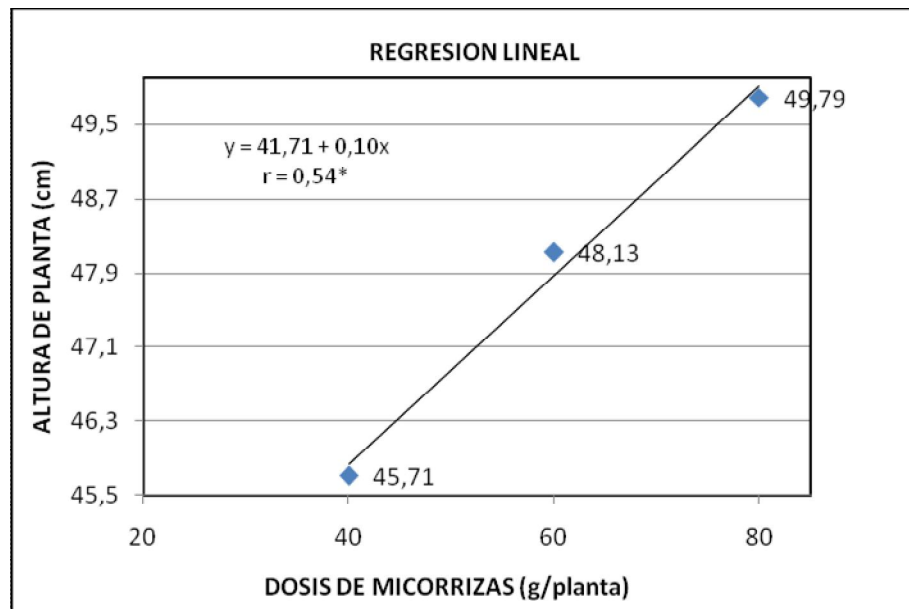


Figura 10. Diagrama de dispersión, relación de la variable dosis de micorrizas a cerca de la variable altura de la planta de tomate de árbol en la fase de campo.

Número de hojas

Los valores de la variable número de hojas/planta se presenta en el anexo 11, en él se registra los datos que van desde 8,25 hojas en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 11,25 hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 3,00 hojas. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 8,50 hojas en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 10,83 hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 2,33 hojas. El promedio general para el ensayo es de 9,75 hojas/planta.

El análisis de varianza para la evaluación de la variable número de hojas/planta (cuadro 45), detectó diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% para repeticiones y tratamientos. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. No existió significación estadística para el efecto cuadrático V x D. El promedio general para esta variable fue de 9,77 hojas y el coeficiente de variación de 2,52% es bajo y da seguridad a los resultados obtenidos.

CUADRO 45. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	1,57	0,78	12,93
TRATAMIENTOS	7	13,32	1,90	**
VARIEDADES (V)	1	0,17	0,17	31,39
DOSIS (D)	2	2,30	1,15	**
EFECTO LINEAL	1	2,30	2,30	2,83
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,0017	0,0017	NS
V x D	2	0,26	0,13	19,16
T1 Vs. TRAT V1	1	5,44	5,44	**
T2 Vs. TRAT V2	1	5,06	5,06	13,28
ERROR EXP.	14	0,85	0,06	**
TOTAL	23	10,51		0,01
				NS
				2,17
				NS
				89,78
				**
				83,48
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

** = altamente significativo al 1%

La prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas/planta (cuadro 46), separó los promedios en tres rangos de significación. En el primer rango y lugar se ubica el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), que presentó la mejor respuesta en la prueba con un promedio de 10,83 hojas, seguido de los tratamientos V1D3 (variedad de tomate gigante

amarillo + 80 g/planta de micorrizas) y V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas) con promedios de 10,33 hojas y 10,25 hojas respectivamente.

A continuación se ubicaron los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas) con promedios de 10,08 hojas, 9,75 hojas; 9,67 hojas y finalmente los testigos que corresponden a los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con 8,75 hojas y 8,50 hojas/planta presentando la menor respuesta en la prueba.

Las hojas juegan un papel importante en el cultivo de tomate de árbol porque, en función del número de estas posiblemente se podrá determinar la futura producción, su crecimiento y desarrollo.

En la presente investigación se observó que las plantas micorrizadas V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), presentaron mayor cantidad de hojas, resultados que arroja la prueba de Tukey al 5%. Por consiguiente se observa un menor número de hojas en los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento).

CUADRO 46. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Tratamientos	Promedio	Rango
V2D3	10,83	a
V1D3	10,33	a b
V2D2	10,25	a b
V1D2	10,08	b
V1D1	9,75	b
V2D1	9,67	b
TV2	8,75	c
TV1	8,50	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

La prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable número de hojas/planta (cuadro 47), separó los promedios en tres rangos de significación y se afirma que las plantas que se desarrollaron con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) alcanzaron un promedio de 10,58 hojas al ubicarse en el primer lugar y rango; seguido de los tratamientos de la D2 (60 g/planta de micorrizas) con 10,17 hojas y la dosis D1 (40 g/planta de micorrizas) que alcanzó un promedio de 9,71 hojas ubicándose de esta manera en el segundo y tercer rango en su orden.

CUADRO 47. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

Dosis	Promedio	Rango
D3 (80 g/planta)	10,58	a
D2 (60 g/planta)	10,17	b
D1 (40 g/planta)	9,71	c

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 11), permite establecer que las micorrizas con relación al número de hojas se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas). Se observa que la variable independiente es dosis de micorrizas (g/planta) y la variable dependiente se refiere al número de hojas/planta.

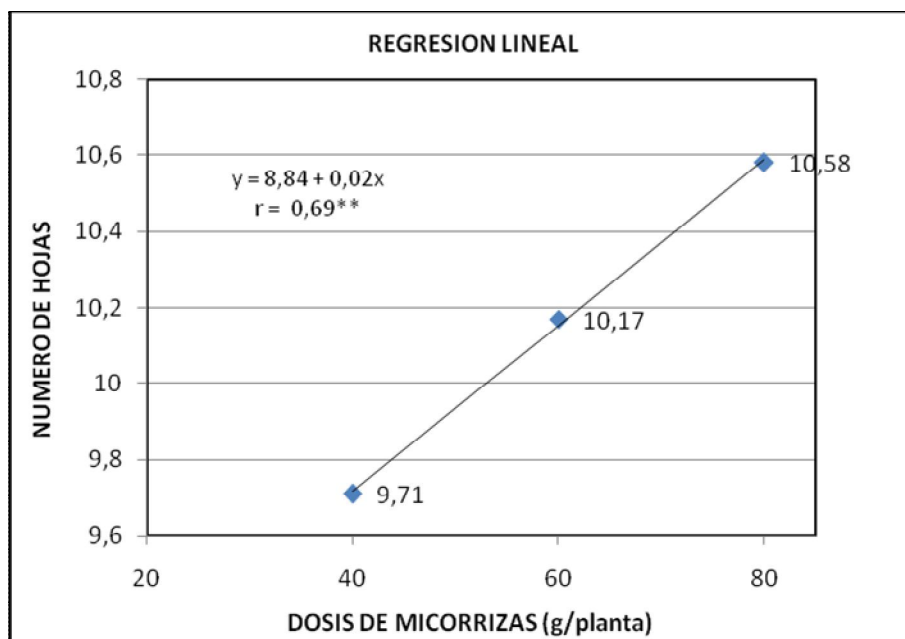


Figura 11. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable número de hojas/planta en tomate de árbol en la fase de campo.

La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 80 g/planta de micorrizas posiblemente exista un mejor comportamiento al número de hojas/planta, debido a que la línea de tendencia muestra el efecto positivo, notando que el coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo.

Peso fresco del tallo

Los datos de campo de la variable peso fresco del tallo se presenta en el anexo 12, en él se demuestra los valores promedios que van desde 97,87 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 143,55 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 45,68 g.

CUADRO 48. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	230,18	115,09	4,68
TRATAMIENTOS	7	3059,51	437,07	*
VARIEDADES (V)	1	357,60	357,60	17,76
DOSIS (D)	2	359,99	180,00	**
EFECTO LINEAL	1	355,23	355,23	14,52
EFECTO CUADRATICO	1	4,76	4,76	**
V x D	2	62,35	31,17	7,31
T1 Vs. TRAT V1	1	951,31	951,31	*
T2 Vs. TRAT V2	1	1296,72	1296,72	5,63
ERROR EXP.	14	344,62	24,62	*
TOTAL	23	2248,03		0,08
				NS
				1,26
				NS
				38,65 **
				52,68 **

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACION: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 100,70 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 135,22 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 34,52 g. El promedio general para el ensayo es de 119,71 g.

Los datos de campo respecto a la variable peso fresco del tallo, permitieron realizar el análisis de varianza (cuadro 48) que detectó diferencias estadísticas a nivel del 1% para las fuentes de variación tratamientos, así como para variedades. El factor dosis registró diferencias significativas, con tendencia lineal a nivel de 5%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. No existió significación para el efecto cuadrático, V x D. El promedio general para esta variable fue de 120,15 g.

El coeficiente de variación fue de 4,13% es bajo y da seguridad a los resultados conseguidos.

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el factor tratamientos en la variable peso fresco del tallo (cuadro 49), se registraron los promedios en tres rangos de significación. El primer rango y lugar comparten los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas) con promedios de 135,22 g, 128,64 g.

El segundo lugar y rango lo comparten los tratamientos V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas), V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas) con promedios de 126,67 g, 126,38 g, 124,25 g. El último rango con el menor peso fresco del tallo comparten los tratamientos V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas), TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con promedios de 113,16 g, 106,17 g y 100,70 g en su orden.

Estadísticamente se analizaron los resultados y se concluyó que el menor peso fresco del tallo fue en los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), mientras que el resto de tratamientos que si recibieron aplicación de este bio fertilizante especialmente con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) reportaron mejores resultados, por consiguiente la variable peso fresco del tallo se incrementó fundamentalmente en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas). Se puede atestiguar que es el tratamiento proporcionado para conseguir buenos resultados, así lo testifica Barea (1987), que las plantas frutales con las micorrizas desarrollan mejor los órganos de las plantas; raíz, tallo, hojas, flores y frutos. El tallo es el órgano que conduce la sabia de la raíz a las hojas y flores.

CUADRO 49. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Tratamientos	Promedio g	Rango
V2D3	135,22	a
V2D2	128,64	a
V2D1	126,67	a b
V1D3	126,38	a b
V1D2	124,25	a b
V1D1	113,16	b c
TV2	106,17	c
TV1	100,70	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Una vez obtenida la prueba de significación Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para el factor variedades en la variable peso fresco del tallo (cuadro 50). Determinó dos rangos de significación demostrando que la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2), alcanzó un peso fresco del tallo de 130,18 g ubicada en el primer rango y lugar mientras que, la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) presentó 121,26 g de peso fresco del tallo, ubicándose en el segundo rango y lugar de la prueba estadística.

CUADRO 50. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Variedades	Promedio g	Rango
GIGANTE MORA (V2)	130,18	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	121,26	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable peso fresco del tallo (cuadro 51), se determinó los promedios en dos rangos de significación y se observó que el primer rango lo comparten los tratamientos con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) con un promedio de 130,80 g y con la dosis D2 (60 g/planta de micorrizas) con un promedio de 126,45 g. En tanto que la dosis D1 (40 g/planta de micorrizas) con un promedio de 119,92 g se ubicó en segundo lugar y rango de la prueba estadística.

CUADRO 51. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DEL TALLO

Dosis	Promedio g	Rango
D3 (80 g/planta)	130,80	a
D2 (60 g/planta)	126,45	a b
D1 (40 g/planta)	119,92	b

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 12), permite establecer que las micorrizas con relación al peso fresco del tallo (g) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas).

La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, prueba que sobre los 80 g/planta de micorrizas posiblemente exista una excelente respuesta a la variable peso fresco del tallo (g), debido a que la línea de tendencia evidencia el efecto positivo y ascendente de este tratamiento.

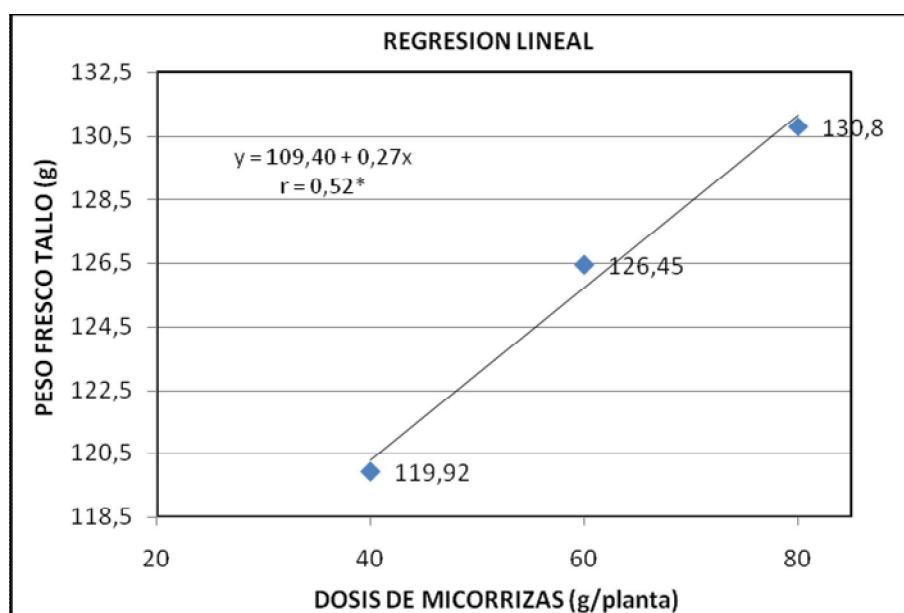


Figura 12. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable peso fresco del tallo, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

Se tomó como variable independiente dosis de micorrizas (g/planta) y como variable dependiente peso fresco del tallo (g). El coeficiente de correlación “r” presentó un valor significativo al 5%.

Diámetro del tallo

Los valores de la variable diámetro del tallo se presenta en el anexo 13, en él se registran valores que van desde 16,75 mm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 30,50 mm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 13,75 mm. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 17,00 mm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 27,25 mm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 10,25 mm. El promedio general para el ensayo es de 22,22 mm.

Según el análisis de varianza para la evaluación diámetro del tallo (cuadro 52), se observó diferencias estadísticas a nivel del 1% para las fuentes de variación

tratamientos y variedades, así como también las comparaciones de los testigos T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2, a excepción del factor repeticiones que presentó diferencias estadísticas a nivel del 5%.

CUADRO 52. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	30,08	15,04	4,95
TRATAMIENTOS	7	271,68	38,81	*
VARIEDADES (V)	1	39,75	39,75	12,77
DOSIS (D)	2	44,26	22,13	**
EFECTO LINEAL	1	44,08	44,08	13,07
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,17	0,17	**
V x D	2	6,47	3,23	7,28
T1 Vs. TRAT V1	1	64,00	64,00	*
T2 Vs. TRAT V2	1	120,09	120,09	5,70
ERROR EXP.	14	42,54	3,04	*
TOTAL	23	184,09		0,02
				NS
				1,06
				NS
				21,06
				**
				39,52
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

El factor dosis registró diferencias estadísticas a nivel de significación con tendencia lineal a nivel de 5%. No existió significación para el efecto cuadrático, V x D. El promedio general para la variable diámetro del tallo fue de 22,24 mm y el coeficiente de variación 7,84% es bajo y da seguridad a los resultados concluidos.

En la prueba de Tukey al 5% para el factor tratamientos en la variable diámetro del tallo (cuadro 53), apartó los promedios en tres rangos de significación. El

rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), presentó el mejor promedio con 27,25 mm. El segundo lugar y rango “b” lo comparten los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas) hasta el tratamiento V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con promedios que van de 24,67 a 19,67 mm del diámetro del tallo. El tercer rango “c” lo comparten los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), con valores promedios de 18,00 mm y 17,00 mm ubicándose en el último lugar de la prueba de significación estadística. El vigor de la planta juega un papel importante en el cultivo de tomate de árbol porque, en función del diámetro del tallo posiblemente se podrá determinar la futura producción.

CUADRO 53. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Tratamientos	Promedio mm	Rango
V2D3	27,25	a
V2D2	24,67	a b
V1D3	24,08	a b
V2D1	24,00	a b
V1D2	23,25	a b
V1D1	19,67	b c
TV2	18,00	c
TV1	17,00	c

En este experimento se encontró que las plantas micorrizadas V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), presentaron mayor diámetro del tallo que las plantas sin micorrizas testigo TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento).

Los tratamientos que recibieron dosis de micorrizas en la variable diámetro del tallo beneficiaron a las plantas, se consiguió un mayor diámetro al comparar con los testigos de las dos variedades de tomate de árbol, así se ratifica en el análisis de varianza con la aplicación de la dosis V2D3 (variedad de tomate gigante mora

+ 80 g/planta de micorrizas), al comparar con los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento).

Esto revalida con lo expuesto por Orellana (1990), que dice la simbiosis conocida como micorriza, es un consorcio entre las raíces de ciertas plantas y algunos hongos; con este tipo de asociación las plantas exhiben mayor crecimiento y rinden más que las no colonizadas.

Evaluando el factor variedades en la variable diámetro del tallo (cuadro 54), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, apartó los promedios en dos rangos de significación. Demostrando que los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) logró un promedio de 25,31 mm ubicándose en el primer lugar y rango “a” mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 22,33 mm de diámetro de tallo ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 54. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Variedades	Promedio mm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	25,31	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	22,33	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable diámetro del tallo (cuadro 55), se establecieron dos rangos de significación. La mejor dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) alcanzó el primer lugar con un promedio de 25,67 mm.

CUADRO 55. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO

Dosis	Promedio mm	Rango
D3 (80 g/planta)	25,67	a
D2 (60 g/planta)	23,96	a b
D1 (40 g/planta)	21,83	b

El tratamiento con la dosis D2 (60 g/planta de micorrizas) con un promedio de 23,96 mm y el tratamiento con la dosis D1 (40 g/planta de micorrizas) con un promedio de 21,83 mm de diámetro del tallo se ubican en segundo lugar y rango “b” de la prueba de significación estadística.

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 13), permite establecer que las micorrizas con relación al diámetro del tallo (mm), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas).

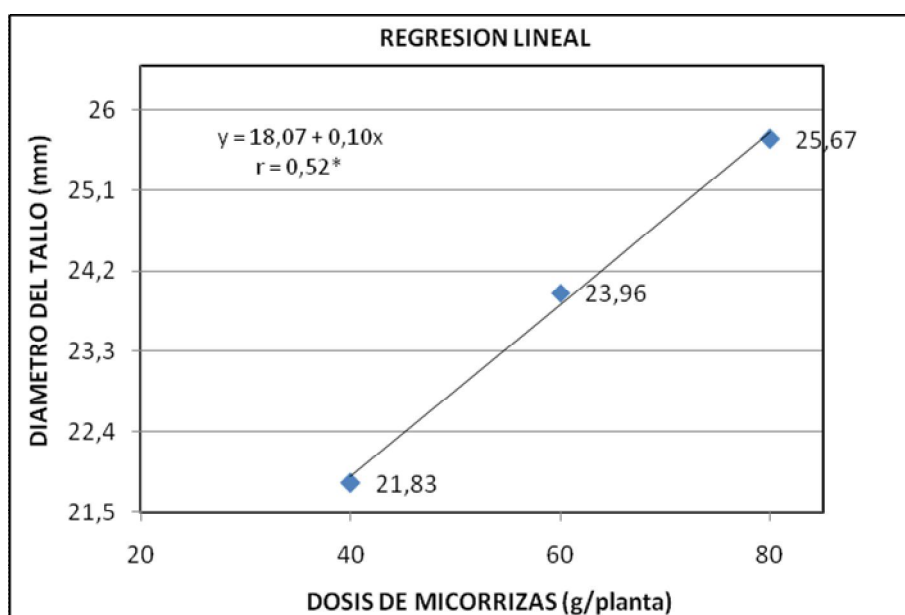


Figura 13. Diagrama de dispersión, relación de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable diámetro del tallo, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

En la tendencia lineal para las dosis de micorrizas, se observa que sobre los 80 g/planta de micorrizas probablemente exista una mejor respuesta al diámetro del tallo (mm), debido a que la línea de tendencia demuestra un efecto ascendente de este tratamiento. Las variables; independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente diámetro del tallo (mm), el coeficiente de correlación “r” presentó un valor significativo a nivel del 5%.

Peso fresco de la raíz

Los valores de la variable peso fresco de la raíz se presenta en el anexo 14, en él se registra datos que van desde 19,85 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 28,15 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 8,30 g. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 20,21 g en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 26,51 g en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 6,3 g. El promedio general para el ensayo es de 23,54 g de peso fresco de la raíz.

CUADRO 56. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	9,50	4,75	5,65
TRATAMIENTOS	7	107,27	15,32	*
VARIEDADES (V)	1	14,60	14,60	18,22
DOSIS (D)	2	15,62	7,81	**
EFECTO LINEAL	1	15,37	15,37	17,38
EFECTO CUADRATICO	1	0,26	0,26	**
V x D	2	2,65	1,33	9,29
T1 Vs. TRAT V1	1	27,44	27,44	*
T2 Vs. TRAT V2	1	47,61	47,61	6,26
ERROR EXP.	14	11,77	0,84	*
TOTAL	23	75,05		0,10
				NS
				1,58
				NS
				32,63
				**
				56,62
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación de la variable peso fresco de la raíz (cuadro 56), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades a nivel del 1%. El factor dosis registró diferencias estadísticas a nivel de significación con tendencia lineal a nivel de 5%. La comparación del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2 presentó valores significativos a nivel del 1%. Las fuentes de variación repeticiones y dosis presentaron significación estadística a nivel del 5%. El promedio general para la variable peso fresco de la raíz fue de 23,59 g. El coeficiente de variación 3,89% es bajo y da convicción en los resultados concluidos.

En la evaluación de la variable peso fresco de la raíz aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 57), se observó los promedios en tres rangos de significación. En el primer rango se observó los mejores pesos de la raíz que van desde los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas), V1D3, (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas), es decir 26,51 g; 25,22 g; 24,78 g y 24,77 g. Le siguen en segundo lugar los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con 24,32 g; 22,00 g. El último rango es para las variedades que no recibieron ningún tratamiento TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con pesos de la raíz 20,90 g y 20,21 g.

Examinando los resultados derivados de las observaciones, se puede concluir que la utilización de micorrizas que se consiguió un mayor peso fresco de las raíces con los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), en comparación con los testigos que no recibieron tratamiento; TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), que es la base fundamental para la absorción de nutrientes, posiblemente se debió a que el hongo de este producto vive dentro y fuera de la raíz.

CUADRO 57. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Tratamientos	Promedio g	Rango
V2D3	26,51	a
V2D2	25,22	a
V1D3	24,78	a
V2D1	24,77	a
V1D2	24,32	a b
V1D1	22,00	b c
TV2	20,90	c
TV1	20,21	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Lo dicho probablemente tenga relación con lo manifestado por Gonzales (1993), quien expresa que las micorrizas mantienen por mayor tiempo la funcionalidad de las raíces, mientras que el micelio externo genera una extensa red de hifas en el suelo que permite a la raíz mayor capacidad de exploración del volumen de suelo. De esta forma el sistema radical micorrizado posee mayor capacidad de absorción, tanto de nutrimentos como de agua, en comparación con aquellas raíces que no tienen la simbiosis establecida. De este modo, la fisiología de la simbiosis provee a las plantas mayor capacidad de adaptación, establecimiento y crecimiento.

CUADRO 58. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Variedades	Promedio g	Rango
GIGANTE MORA (V2)	25,50	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	23,70	b

Valorando el factor variedades en la variable peso fresco de la raíz, la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, apartó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 58). Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) logró un promedio de 25,50 cm ubicándose en el primer lugar y rango “a” mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 23,70 cm de diámetro de tallo ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

La prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable peso fresco de la raíz, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 59). El primer lugar y rango “a” para el tratamiento D3 (80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 25,65 g. El segundo lugar y rango “b” se ubicaron los tratamientos D2 (60 g/planta de micorrizas) y D1 (40 g/planta de micorrizas), con un promedio de 24,77 g y 23,38 g de dosis de micorrizas.

CUADRO 59. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE PESO FRESCO DE LA RAÍZ

Dosis	Promedio g	Rango
D3 (80 g/planta)	25,65	a
D2 (60 g/planta)	24,77	a b
D1 (40 g/planta)	23,38	b

La regresión lineal de las variables en el diagrama de dispersión (figura 14), permite establecer que las micorrizas con relación al peso fresco de la raíz (g) se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas).

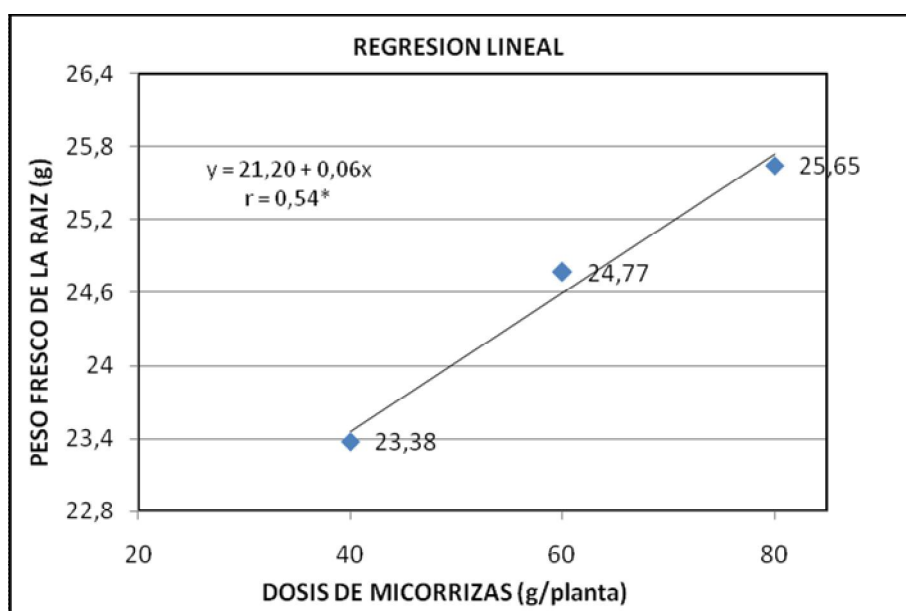


Figura 14. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable peso fresco de la raíz, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

Las variables; independiente dosis de micorrizas (g/planta) y la variable dependiente peso fresco de la raíz (g), el coeficiente de correlación “r” presentó un valor significativo a nivel del 5%. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 80 g/planta de micorrizas tal vez exista un mejor efecto al peso fresco de la raíz (g), debido a que en la línea de tendencia se observa que la recta se proyecta positivamente en este tratamiento.

Volumen del sistema radicular

Los valores de la variable volumen del sistema radicular se presenta en el anexo 15, en él se observa valores que van desde 22,07 cm³ en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 30,50 cm³ en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 8,43 cm³. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 22,44 cm³ en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 28,81 cm³ en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 6,37 cm³. El promedio general para el ensayo es de 25,81 cm³ de volumen del sistema radicular.

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación volumen del sistema radicular (cuadro 60), donde se puede observar que la fuente de variación tratamientos.

CUADRO 60. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	9,53	4,76	5,73
TRATAMIENTOS	7	111,27	15,90	*
VARIEDADES (V)	1	15,94	15,94	19,11
DOSIS (D)	2	15,73	7,87	**
EFECTO LINEAL	1	15,46	15,46	19,20
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,27	0,27	**
V x D	2	3,01	1,50	9,48
T1 Vs. TRAT V1	1	27,58	27,58	*
T2 Vs. TRAT V2	1	49,98	49,98	6,05
ERROR EXP.	14	11,64	0,83	*
TOTAL	23	77,56		0,11
				NS
				1,81
				NS
				33,16
				**
				60,10
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

Se diferenció estadísticamente a nivel de 1%. Se detectó también diferencias estadísticas al 1% para el factor variedades así como al comparar los testigos T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias a nivel de significación con tendencia lineal a nivel de 5%. La fuente de variación repeticiones presenta significación estadística a nivel del 5%. No existió significación para el efecto cuadrático y V x D en su orden. El promedio general para la variable volumen del sistema radicular fue de 25,85 cm³ y el coeficiente de variación 3,53% es bajo y da firmeza a los resultados conseguidos.

En la prueba de Tukey al 5% para la variable volumen del sistema radicular, separó los promedios en tres rangos de significación (cuadro 61). El rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de

micorrizas) presentó el mejor promedio con 28,81 cm³ seguido de los tratamientos V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas) y V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas) con 27,52 cm³; 27,12 cm³; 27,04 cm³.

CUADRO 61. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Tratamientos	Promedio cm ³	Rango
V2D3	28,81	a
V2D2	27,52	a
V2D1	27,12	a
V1D3	27,04	a
V1D2	26,58	a b
V1D1	24,19	b c
TV2	23,11	c
TV1	22,44	c

El segundo rango “b” lo comparten los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas), con 26,58 cm³; 24,19 cm³. El tercer rango “c” lo comparten los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores de 23,11 cm³ y 22,44 cm³ ubicándose en el penúltimo y último lugar de la prueba.

De las observaciones realizadas en el campo e interpretando los resultados es fácil concluir que, la utilización de micorrizas fue acertada porque se obtuvo un mayor volumen radicular con los tratamientos D3 (80 g/planta de micorrizas), es la base fundamental para la absorción de nutrientes, posiblemente se debió a que el hongo de este producto vive dentro y fuera de la raíz. Guerrero (1997), en cambio al referirse a este tema indica que en la raíz ocurren modificaciones anatómicas y citológicas que no se detectan microscópicamente, cambios en la organización celular del meristemo apical y cilindro vascular de raíces micorrizadas, los

núcleos de las células corticales, activados por el hongo son totalmente diferenciados. Las micorrizas son pequeñas raíces de muchas especies de plantas, que se han infectado con hongos y forman una asociación de larga vida en la que el hongo vive dentro o sobre las células de la raíz, un manto o vaina de hifas fungales puede rodear la raíz, actuando esencialmente de manera esponjosa y remplazando los pelos radicales que no crecen o no pueden hacerlo.

Por otra parte manifiesta también que, la utilización de hongos formadores de micorrizas dentro de un cultivo agroecológico, se hace necesaria ya que además de contribuir de alguna manera con la solubilización del elemento fósforo, indispensable para el desarrollo de las plantas, provoca el crecimiento de la masa radicular y de esta manera una mayor absorción del resto de nutrientes por parte de la planta, induciendo mayor eficiencia de los fertilizantes y por ende la reducción de su uso.

Valorando el factor variedades en la variable volumen del sistema radicular, la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% (cuadro 62), retiró los promedios en dos rangos de significación. Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 25,50 cm³ ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 23,70 cm³ del volumen del sistema radicular, ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 62. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Variedades	Promedio cm ³	Rango
GIGANTE MORA (V2)	25,50	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	23,70	b

En la prueba de Tukey al 5% para la variable volumen del sistema radicular, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 63).

CUADRO 63. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR

Dosis	Promedio cm ³	Rango
D3 (80 g/planta)	25,65	a
D2 (60 g/planta)	24,77	a b
D1 (40 g/planta)	23,38	b

El primer lugar y rango “a” para el tratamiento D3 (80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 25,65 cm³. El segundo lugar y rango “b” lo comparten los tratamientos D2 (60 g/planta de micorrizas), D1 (40 g/planta de micorrizas) con valores promedios de 24,77 cm³ y 23,38 cm³.

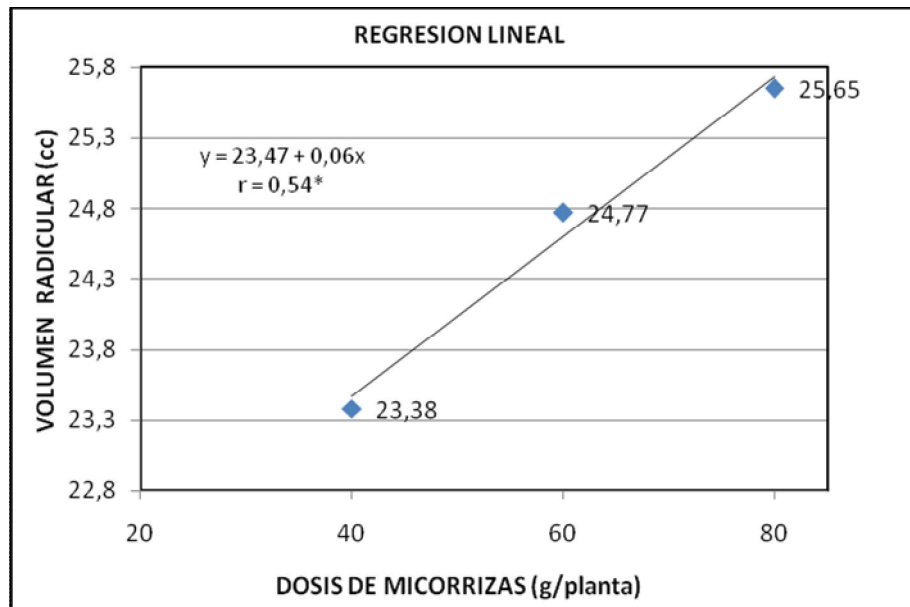


Figura 15. Diagrama de dispersión, efecto de la variable dosis de micorrizas con relación a la variable volumen del sistema radicular en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

La regresión lineal de las variables; independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente volumen del sistema radicular (cm³) en el diagrama de dispersión (figura 15), permite establecer que las micorrizas con relación al volumen del sistema radicular (cm³), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas).

La línea de tendencia para las dosis de micorrizas, prueba que sobre los 80 g/planta de micorrizas factiblemente exista una mejor respuesta al volumen del

sistema radicular (cm^3), toda vez que la línea de tendencia muestra un efecto positivo de este tratamiento. El coeficiente de correlación “r” presentó diferencia estadística a nivel del 5%.

Longitud de hojas/planta (parte baja)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte baja se exhibe en el (anexo 16), en él se puede constatar valores que van desde 23,50 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 36,50 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 13,00 cm. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 24,17 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 33,25 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 9,08 cm. El promedio general para el ensayo fue de 28,77 cm de longitud de hojas/planta.

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte baja (cuadro 64), detectó que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel de 1%. Se observó también diferencias estadísticas al 1% para la comparación de los testigos T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 1%. La fuente de variación repeticiones presentó significación estadística a nivel del 1%, mientras que el factor V x D no presentó significación estadística. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta (parte baja) fue de 28,78 cm y el coeficiente de variabilidad 5,12% es bajo y da seguridad a los resultados logrados.

CUADRO 64. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	31,05	15,52	7,14
TRATAMIENTOS	7	198,66	28,38	**
VARIEDADES (V)	1	25,09	25,09	13,05
DOSIS (D)	2	58,63	29,32	**
EFECTO LINEAL	1	58,52	58,52	11,51
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,11	0,11	*
V x D	2	0,51	0,25	13,48
T1 Vs. TRAT V1	1	49,00	49,00	**
T2 Vs. TRAT V2	1	60,71	60,71	10,98
ERROR EXP.	14	30,45	2,18	**
TOTAL	23	109,71		0,02
				NS
				0,11
				NS
				22,53 **
				27,91
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta (parte baja), separó los promedios en tres rangos de significación (cuadro 65). El rango “a” lo comparten los tratamientos V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas) con 33,25 cm hasta VID3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas) que presentó un promedio de 31,08 cm. El segundo rango “b” lo comparten los tratamientos V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas) hasta el tratamiento VID1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con promedios que van de 29,17 hasta 26,33 cm de longitud de hojas. El tercer rango “c” lo comparten los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con valores de 26,00 y 24,17 cm ubicándose en el penúltimo y último lugar de la prueba.

En las evaluaciones de los resultados conseguidos en la prueba de Tukey al 5%, con relación a la variable longitud de hojas bajas, se puede afirmar que las micorrizas aplicadas a la planta de tomate de árbol en las dos variedades, provocaron diferencias estadísticas, por cuanto las plantas que recibieron micorrizas alcanzaron mejores resultados que aquellas que no recibieron, es posible que la utilización micorrizas haya influido en estos resultados al comparar con los testigos. Los resultados más relevantes se obtuvieron con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas), con lo cual la longitud de las hojas bajas se incrementó, lo que permite aseverar que el producto es imprescindible para el crecimiento de las hojas consecuentemente se consiguió un buen desarrollo del follaje como un parámetro para una buena producción. Los resultados obtenidos para esta variable se hallan directamente relacionados a lo descrito por Cervantes (2007), quien indica que el desarrollo vegetal puede incrementarse con la utilización de elementos biológicos que actúan de forma coordinada en la interface suelo-raíz, entre estos y como factores imprescindibles se encuentran los hongos formadores de micorrizas.

CUADRO 65. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	33,25	a
V2D2	31,17	a
V1D3	31,08	a
V2D1	29,17	a b
V1D2	29,08	a b
V1D1	26,33	b c
TV2	26,00	b c
TV1	24,17	c

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Valorando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta de la parte baja (cuadro 66), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación. Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 31,19 cm

ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 28,83 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 66. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	31,19	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	28,83	b

Aplicando la prueba de Tukey al 5% para el factor dosis de micorrizas en la variable longitud de hojas/planta de la parte baja (cuadro 27), separó los promedios en dos rangos de significación. El rango “a” para el tratamiento D3 (dosis de 80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 32,17. El segundo rango “b” para el tratamiento D2 (dosis de 60 g/planta de micorrizas) con 30,13 cm y el tratamiento con la dosis D1 (40 g/planta de micorrizas) con el menor promedio de 27,75 cm de longitud de hojas.

CUADRO 67. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BAJERAS/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (80 g/planta)	32,17	a
D2 (60 g/planta)	30,13	a b
D1 (40 g/planta)	27,75	b

La regresión lineal de las variables; independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente longitud de hojas bajas/planta (cm), se observó que en el diagrama de dispersión (figura 16), permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hojas bajas/planta (cm), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas). El coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo. La tendencia lineal para las dosis de micorrizas, indica que sobre los 80 g/planta de micorrizas posiblemente exista una mejor respuesta a

la longitud de hojas bajas/planta (cm), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto ascendente de este tratamiento.

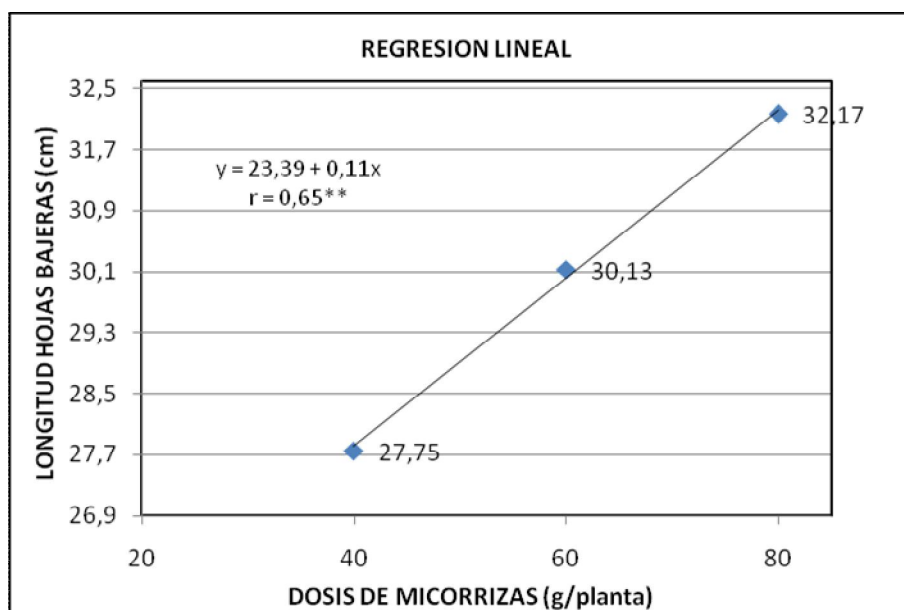


Figura 16. Diagrama de dispersión, valor de la variable dosis de micorrizas con razón a la variable longitud de hojas bajas, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

Longitud de hojas/planta (parte media)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte media se exhibe en el anexo 17, en él se puede confirmar valores que van desde 16,25 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 32,00 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 15,75 cm. Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 17,00 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 27,25 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 10,25 cm. El promedio general para el ensayo fue de 21,89 cm de longitud de hojas/planta.

Aplicando el análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 68), detectó que la fuente de variación

tratamientos se diferenciaron estadísticamente a nivel del 1%. Se observó también diferencias estadísticas a nivel del 1% para variedades así como para repeticiones y para la comparación de los testigos T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel del 5%. La fuente de variación V x D no presentó significación estadística. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta de la parte media fue de 21,83 cm y el coeficiente de variación 7,80% es bajo y da seguridad a los resultados logrados.

CUADRO 68. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	55,32	27,66	9,53
TRATAMIENTOS	7	230,13	32,88	**
VARIEDADES (V)	1	47,53	47,53	11,32
DOSIS (D)	2	55,02	27,51	**
EFECTO LINEAL	1	53,13	53,13	16,39
EFECTO CUADRÁTICO	1	1,89	1,89	**
V x D	2	1,94	0,97	9,49
T1 Vs. TRAT V1	1	45,56	45,56	**
T2 Vs. TRAT V2	1	76,56	76,56	5,61
ERROR EXP.	14	40,64	2,90	*
TOTAL	23	122,13		0,20
				NS
				0,33
				NS
				15,70
				**
				26,37
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 69), separó los promedios en cuatro rangos de significación. El primer lugar y rango “a” del tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 27,25 cm. El segundo lugar lo comparten los rangos “a” y “b” con los tratamientos V2D2

(variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas), V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas) con promedios de 23,83 cm, 23,67 cm y 23,17 cm. El tercer lugar lo comparten los rangos “c” y “d” que corresponde a los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con 21,50 cm y 19,33 cm. En último lugar de la prueba se encuentran los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con promedios de 18,92 y 17,00 cm en su orden.

CUADRO 69. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	27,25	a
V2D2	23,83	a b
V1D3	23,67	a b c
V2D1	23,17	a b c
V1D2	21,50	b c d
V1D1	19,33	b c d
TV2	18,92	c d
TV1	17,00	d

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

Una vez analizados estadísticamente los resultados se concluye que con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas), ha existido un efecto favorable en la variable longitud de hojas de la parte media esto posiblemente indica que, las micorrizas aplicadas a la planta de tomate de árbol en las dos variedades, indujeron en los resultados que aquellas plantas que no recibieron ningún tratamiento, como es el caso de los testigos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento). Es importante la presencia de esta variable en la planta toda vez que, la función principal es proveer la energía necesaria a la planta para la realización correcta de sus funciones como la respiración, transpiración y especialmente la función clorofílica. Los resultados obtenidos en el presente estudio, se encuentran

acordes a lo descrito por Guerrero (1997), en donde se indica que el uso de estos hongos micorrizogenos incrementa el vigor de la parte aérea, se produce un incremento en la altura y un mayor estado nutricional del cultivo.

Calculando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 70), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación. Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 24,75 cm ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 21,50 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar y rango “b”.

CUADRO 70. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	24,75	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	21,50	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte media (cuadro 71), separó los promedios en dos rangos de significación. El primer lugar y rango “a” para la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 25,46 cm. El segundo lugar que corresponde al rango “b” lo comparten las dosis D2 (60 g/planta de micorrizas), D1 (40 g/planta de micorrizas) con promedios de 22,67 cm y 21,25 cm de longitud de hojas respectivamente.

CUADRO 71. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS PARTE MEDIA/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (80 g/planta)	25,46	a
D2 (60 g/planta)	22,67	b
D1 (40 g/planta)	21,25	b

La regresión lineal de las variables independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente longitud de hojas parte media/planta (cm), observando que en el

diagrama de dispersión (figura 17), permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hojas parte media/planta (cm), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas).

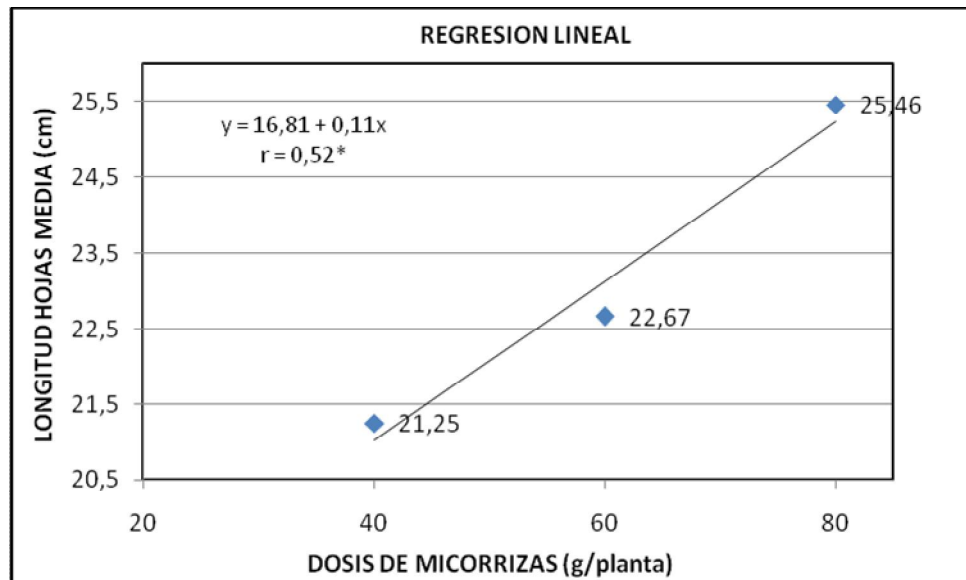


Figura 17. Diagrama de dispersión, valor de la variable dosis de micorrizas con razón a la variable longitud de hojas de la parte media, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

Es posible que sobre los 80 g/planta de micorrizas probablemente exista una mejor respuesta a la longitud de hojas parte media/planta (cm), por cuanto la línea de tendencia muestra el efecto positivo y ascendente de este tratamiento. El coeficiente de correlación “r” presentó un valor estadístico significativo a nivel del 5%.

Longitud de hojas/planta (parte bandera)

Los valores de la variable longitud de hojas/planta con respecto a la parte bandera se exhibe en el anexo 18, en él se puede verificar valores que van desde 10,25 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 21,25 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de variación de 11,00 cm.

Así mismo se observa en los valores promedios de las tres repeticiones por tratamiento, que van desde 11,50 cm en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad

de tomate gigante amarillo sin tratamiento), hasta 19,00 cm en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas), con un rango de 7,50 cm. El promedio general para el ensayo fue de 15,56 cm de longitud de hojas/planta.

El análisis de varianza para la evaluación de la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 72), detectó que la fuente de variación tratamientos se diferenció estadísticamente a nivel del 1%. Se observó también diferencias estadísticas a nivel del 1% para repeticiones así como para las comparaciones del testigo T1 Vs tratamientos V1 y T2 Vs tratamientos V2. El factor dosis registró diferencias altamente significativas, con tendencia lineal a nivel de 5%. Las fuentes de variación V x D no presentó significación estadística. El promedio general para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera fue de 15,64 cm y el coeficiente de variación 9,03% es bajo y da firmeza a los resultados conseguidos.

CUADRO 72. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
REPETICIONES	2	33,58	16,79	8,42
TRATAMIENTOS	7	151,00	21,57	**
VARIEDADES (V)	1	8,34	8,34	10,82
DOSIS (D)	2	35,13	17,57	**
EFECTO LINEAL	1	35,02	35,02	4,19
EFECTO CUADRÁTICO	1	0,11	0,11	*
V x D	2	0,30	0,15	8,83
T1 Vs. TRAT V1	1	49,00	49,00	**
T2 Vs. TRAT V2	1	56,88	56,88	7,85
ERROR EXP.	14	27,92	1,99	*
TOTAL	23	105,88		0,02
				NS
				0,07
				NS
				24,57
				**
				28,52
				**

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

NS = no significativo

* = significativo al 5%

** = altamente significativo al 1%

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 73), separó los promedios en cuatro rangos de significación. El primer lugar y rango “a” para el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g/planta de micorrizas) presentó el mejor promedio con 19,00 cm. El segundo lugar lo comparten los rangos “a” y “b” con los tratamientos V1D3 (variedad de tomate gigante amarillo + 80 g/planta de micorrizas), V2D2 (variedad de tomate gigante mora + 60 g/planta de micorrizas), con promedios de 18,00 cm, 17,75 cm. El tercer lugar lo comparten los rangos “b” y “c” que corresponde a los tratamientos V1D2 (variedad de tomate gigante amarillo + 60 g/planta de micorrizas), V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 40 g/planta de micorrizas), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) con 16,17 cm, 15,83 cm y 14,33 cm. En último lugar de la prueba se encuentran los tratamientos TV2 (testigo de la variedad de tomate gigante mora sin tratamiento), V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 40 g/planta de micorrizas) y TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con promedios de 12,50 cm y 11,50 cm en su orden.

CUADRO 73. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Tratamientos	Promedio cm	Rango
V2D3	19,00	a
V1D3	18,00	a b
V2D2	17,75	a b
V1D2	16,17	a b c
V2D1	15,83	a b c
V1D1	14,33	b c d
TV2	12,50	c d
TV1	11,50	d

El comportamiento de la variable longitud de hojas de la parte bandera al concluir la parte estadística se deduce que la aplicación de micorrizas en las dos variedades

de tomate de árbol, produjeron diferencias significativas en la longitud de la hoja bandera, por cuanto se incrementó la longitud de hojas bandera con la utilización de micorrizas en la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas), debido posiblemente a la acción de las micorrizas u hongos de la raíz presentes en este producto que fue aplicado en junto y alrededor de las raíces a fin de que sea aprovechado de una mejor manera por la planta. Es importante estudiar esta variable en la planta toda vez que, la función principal es proveer la energía necesaria a la planta para la realización correcta de sus funciones. La hoja permite también la entrada de CO₂, que es el componente orgánico primordial que necesita la planta.

Calculando el factor variedades en la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 74), la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5%, retiró los promedios en dos rangos de significación. Los tratamientos de la variedad de tomate de árbol gigante mora (V2) obtuvo un promedio de 17,53 cm ubicándose en el primer lugar y rango “a”, mientras que la variedad de tomate de árbol gigante amarillo (V1) alcanzó un promedio de 16,17 cm de longitud, ubicándose en el segundo lugar y rango “b” respectivamente.

CUADRO 74. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5 % PARA EL FACTOR VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Variedades	Promedio cm	Rango
GIGANTE MORA (V2)	17,53	a
GIGANTE AMARILLO (V1)	16,17	b

En la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de hojas/planta de la parte bandera (cuadro 75), separó los promedios en dos rangos de significación.

El primer lugar y rango “a” lo comparten los tratamientos D3 (dosis de 80 g/planta de micorrizas), D2 (dosis de 60 g/planta de micorrizas) con valores promedios de 18,50 cm y 16,96 cm de longitud de hojas. El segundo rango “b” para el tratamiento D1 (dosis de 40 g/planta de micorrizas) con un valor promedio de 15,08 cm de longitud de hojas de la parte bandera en último lugar de la prueba.

CUADRO 75. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJAS BANDERA/PLANTA

Dosis	Promedio cm	Rango
D3 (80 g/planta)	18,50	a
D2 (60 g/planta)	16,96	a
D1 (40 g/planta)	15,08	b

La regresión lineal de las variables independiente dosis de micorrizas (g/planta) y dependiente longitud de hoja banderas/planta (cm), observando que en el diagrama de dispersión (figura 18).

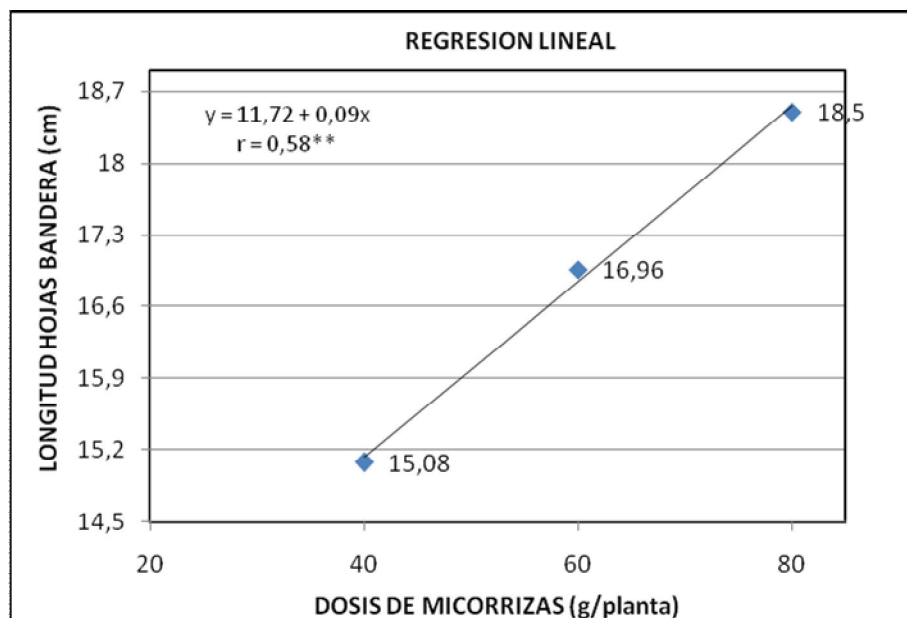


Figura 18. Diagrama de dispersión, razón de la variable dosis de micorrizas con respecto a la variable longitud de hojas de la parte bandera, en plantas de tomate de árbol en la fase de campo.

Permite establecer que las micorrizas con relación a la longitud de hoja banderas/planta (cm), se incrementó conforme se aplicó mayores dosis de micorrizas, detectándose los mejores resultados con la dosis D3 (80 g/planta de micorrizas). Para las dosis de micorrizas la tendencia lineal, indica que sobre los 80 g/planta de micorrizas probablemente haya una mejor respuesta a la longitud de hoja bandera/planta (cm), debido a que la línea de tendencia muestra el efecto

ascendente de este tratamiento. El coeficiente de correlación “r” presentó un valor altamente significativo.

Análisis económico

Para el análisis económico de los tratamientos, en la aplicación de micorrizas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) en dos variedades: gigante amarillo y gigante mora, en la Fase de vivero, se siguió la metodología propuesta por Perrin et al (1988). Para el efecto se establecieron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 76). La variación de los costos está dada básicamente por la mano de obra y por la variada cantidad de producto utilizado en cada tratamiento, según la dosis aplicada.

CUADRO 76. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	MANO DE OBRA (\$)	MATERIALES	APLICACIÓN MICORRIZAS (\$)	COSTO TOTAL (\$)
V1D1	1	1	1,8	3,80
V1D2	1	1	3,6	5,60
V1D3	1	1	5,4	7,40
V2D1	1	1	1,8	3,80
V2D2	1	1	3,6	5,60
V2D3	1	1	5,4	7,40
TV1	0	0	0	0
TV2	0	0	0	0

Los costos de producción se puntualiza en un rubro que se refiere al costo de la aplicación de los productos micorrizas fungifert. Los costos generales del ensayo considerando entre otros los siguientes valores \$ 24 de mano de obra, \$ 64,5 para costos de materiales, dando un total de \$ 88,5 se indican en el anexo 21.

CUADRO 77. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	INGRESO TOTAL (\$)	PRECIO/PLANTA (\$)	BENEFICIO NETO (\$)
V1D1	60	0,30	18,0
V1D2	60	0,30	18,0
V1D3	60	0,30	18,0
V2D1	60	0,30	18,0
V2D2	60	0,30	18,0
V2D3	60	0,30	18,0
TV1	60	0,15	9,0
TV2	60	0,15	9,0

Los ingresos totales del ensayo desglosados por tratamiento se presentan en el (cuadro 77). El rendimiento correspondió al número de plantas vendidas en la parcela total, en las tres repeticiones, asignando un valor de \$ 0,30 en las plantas que recibieron tratamientos por ser de mejor calidad y \$ 0,15 el precio de las plantas sin tratamientos.

CUADRO 78. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	INGRESO TOTAL (\$)	COSTO TOTAL (\$)	BENEFICIO NETO (\$)
V1D1	18,0	3,80	14,20
V1D2	18,0	5,60	12,40
V1D3	18,0	7,40	10,60
V2D1	18,0	3,80	14,20
V2D2	18,0	5,60	12,40
V2D3	18,0	7,40	10,60
TV1	9,0	0	9,0
TV2	9,0	0	9,0

En base a los ingresos totales sumado el costo total por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 78), destacándose los tratamientos de las dosis V1D1 (variedad de tomate gigante amarillo + 10 g/planta de micorrizas) y V2D1 (variedad de tomate gigante mora + 10 g/planta de micorrizas) con el mayor beneficio neto \$ 14,20.

CUADRO 79. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
V1D1	14,20	3,80 *
V2D1	14,20	3,80 *
V1D2	12,40	5,60 -
V2D2	12,40	5,60 -
V1D3	10,60	7,40 -
V2D3	10,60	7,40 -
TV1	9,00	0,00 *
TV2	9,00	0,00 -

- Tratamientos dominados

*Tratamientos no dominados

Para el análisis de dominancia de los tratamientos se ordenaron los datos en forma descendente en base a los beneficios netos (cuadro 79). Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 80). Los tratamientos del nivel D1 (10 g/planta de micorrizas), registraron la mayor tasa marginal de retorno de 136,84%, siendo desde el punto de vista económico los de mayor rentabilidad, por lo que se justifica la aplicación de micorrizas al cultivo.

CUADRO 80. TASA MARGINAL DE RETORNO DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO (\$)	COSTO TOTAL(\$)	BENEFICIO NETO MARGINAL (\$)	COSTO TOTAL MARGINAL (\$)	TASA MARGINAL DE RETORNO (%)
V1D1	14,20	3,80 *	5,20	3,80	136,84
V2D1	14,20	3,80 *	5,20	3,80	136,84
V1D2	12,40	5,60			
V2D2	12,40	5,60			
V1D3	10,60	7,40			
V2D3	10,60	7,40			
TV1	9,00	0,00			
TV2	9,00	0,00			

Verificación de la hipótesis

Los resultados logrados con la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betacea*) en dos variedades gigante amarillo y gigante mora en la Fase de vivero, permiten aceptar la hipótesis planteada, por cuanto, con la aplicación de las micorrizas se mejoró el peso y volumen del sistema radicular de las plántulas, especialmente con la utilización de la dosis D3 (30 g/planta de micorrizas), obteniéndose plántulas de mejor calidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La investigación “Evaluar la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) en dos variedades del cultivar de tomate de árbol (*Solanum betacea*)” tuvo dos Fases: vivero y campo, realizado la inferencia de los resultados se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Fase de vivero:

Los mejores resultados con respecto a la variable altura de planta se obtuvieron con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta), alcanzando una altura de 24,30 cm con relación al tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con una altura de 15,67 cm. por consiguiente también se consigue un mayor número de hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta) siendo de 5,06 hojas por planta y el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con 3,78 hojas por planta.

Con la aplicación de micorrizas se consigue también la mejor respuesta en lo que se refiere a la variable peso fresco del tallo en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta) con un valor de 4,37 g sin embargo, no se observa resultados significativos en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) que alcanza únicamente 2,82 g de peso fresco del tallo.

Paralelamente a estos resultados, se obtiene también un mayor diámetro del tallo con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de

micorrizas/planta) con 6,17 mm y el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) solamente alcanza un valor de 4,61 mm de diámetro del tallo.

El tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), en los resultados estadísticos de la variable peso fresco de la raíz alcanzó únicamente 2,71 g con respecto al tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta) siendo su valor de 4,21 g de peso fresco de la raíz. Esto enlaza con la variable volumen del sistema radicular el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), que logra el menor promedio en comparación con el resto de tratamientos siendo su valor de 4,38 cm³ de volumen del sistema radicular especialmente al comparar con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta), que alcanzó un valor de 5,88 cm³.

En las siguientes variables que también es sumamente importante dentro de la investigación, se refiere a la longitud de las hojas tanto de la parte baja, así como de la parte media y bandera, siendo los resultados en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 30 g de micorrizas/planta) de 12,51 cm; 10,88 cm y 8,17 cm respectivamente. En cambio que las respuestas del tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), alcanzó los valores de 9,53 cm; 7,97 cm y 4,28 cm en su orden, demostrando una vez más que los tratamientos con la dosis D3 (30 g de micorrizas/planta) fueron los que arrojaron mejores resultados en la Fase de vivero.

Fase de campo:

Una vez analizado los resultados de la variable altura de planta se desprende que, el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta), alcanzó una altura de 51,42 cm respecto al tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) con una altura de 39,67 cm. En consecuencia también se consigue un mayor número de hojas en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de

micorrizas/planta) siendo de 10,83 hojas por planta y el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) llegó a 8,50 hojas por planta. El estudio de las micorrizas ha permitido también observar una mejor respuesta en lo que tiene que ver con la variable peso fresco del tallo en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta) con un valor de 135,22 g sin embargo, no se observó resultados significativos en el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento) y alcanzó únicamente a 100,70 g de peso fresco del tallo.

Equidistantemente a estos resultados, se logra también un mayor diámetro del tallo con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta) con 27,25 mm y el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), únicamente consigue un valor de 17,00 mm de diámetro del tallo.

Una vez analizado los resultados estadísticos de la variable peso fresco de la raíz el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), alcanzó únicamente 20,21 g con respecto al tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta), siendo su valor de 26,51 g de peso fresco de la raíz. Esto enlaza con la variable volumen del sistema radicular el tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), que alcanzó el menor promedio en comparación con el resto de tratamientos siendo su valor de 22,44 cm³ de volumen del sistema radicular, especialmente al comparar con el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta), que alcanzó un valor de 28,81 cm³.

En las siguientes variables que también se consideró en la investigación se refieren a la longitud de las hojas tanto de la parte baja, así como de la parte media y bandera, siendo los resultados en el tratamiento V2D3 (variedad de tomate gigante mora + 80 g de micorrizas/planta) de 33,25 cm; 27,25 cm y 19,00 cm en su orden. En cambio que las respuestas del tratamiento TV1 (testigo de la variedad de tomate gigante amarillo sin tratamiento), alcanzó los valores de 24,17 cm; 17,00 cm y 11,50 cm respectivamente, demostrando una vez más que los

tratamientos con la dosis D3 (80 g de micorrizas/planta), fueron los que arrojaron mejores resultados en la Fase de campo.

Del análisis económico en la Fase de vivero se concluye que, los tratamientos del nivel D1 (10 g/planta de micorrizas), registraron la mayor tasa marginal de retorno de 136,84%, siendo desde el punto de vista económico los de mayor rentabilidad, por lo que se justifica la aplicación de micorrizas al cultivo.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de obtener plantas de tomate de árbol (*Solanum betacea*) en las variedades gigante amarillo y gigante mora con un buen crecimiento y desarrollo, en la Fase de vivero, generando conocimientos innovadores para una producción limpia y conservar el ecosistema mediante la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) se recomienda la aplicación de la siguiente propuesta.

CAPITULO VI

PROPUESTA

Título

Obtención de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betacea*) variedades gigante amarillo y gigante mora, con la aplicación de micorrizas (*Pisolithus tinctorius*) empleando las dosis 30 g/planta de micorrizas en la Fase de vivero.

Fundamentación

El elevado interés científico en el empleo de productos biológicos para mejorar la producción en el cultivo de frutales especialmente tomate de árbol (*Solanum betacea*), es respuesta en parte al crecimiento de la preocupación pública sobre los pesticidas químicos. Sin embargo, hay igualmente una gran necesidad por la utilización de productos orgánicos para mejorar la vida microbiana en la nutrición vegetal.

Esta realidad la están viviendo los productores de tomate de árbol (*Solanum betacea*) de la zona central del país, la provincia de Tungurahua especialmente, donde a pesar de estar realizando controles químicos no logran mejorar la producción y disminuir las incidencias de plagas y enfermedades, ven su producción y la calidad de su cultivo fuertemente reducida, por lo que se recomienda eliminarlas.

En la provincia de Tungurahua una de las alternativas para los productores de tomate de árbol (*Solanum betacea*), que tiene una buena rentabilidad es una fruta de alto valor nutricional que contiene niveles altos de fibra, vitaminas A, B, C, K y es rico en minerales, especialmente calcio, hierro y fósforo; además posee niveles importantes de proteína y caroteno.

Una de las opciones que propone la agricultura sostenible es la utilización de los hongos formadores de micorrizas, que son de gran utilidad para las plantas por los beneficios que aportan a ellas, como el incremento en la absorción de fósforo y la protección en contra de enfermedades.

El desarrollo vegetal puede incrementarse con la utilización de elementos biológicos que actúan de forma coordinada en la interface suelo-raíz, entre estos y como factores imprescindibles se encuentran los hongos formadores de micorrizas.

Objetivo

Incrementar el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate de árbol (*Solanum betacea*) en las variedades gigante amarillo y gigante mora, en la Fase de vivero.

Justificación e importancia

La utilización de hongos formadores de micorrizas dentro de un cultivo agroecológico, se hace necesaria ya que además de contribuir de alguna manera con la solubilización del elemento fósforo, indispensable para el desarrollo de las plantas, provoca el crecimiento de la masa radicular y de esta manera una mayor absorción del resto de nutrientes por parte de la planta, induciendo mayor eficiencia de los fertilizantes y por ende la reducción de su uso, volumen de raíz, mayor crecimiento de las plantas, aumento del número de hojas, peso fresco del tallo y aumento del diámetro, así como la longitud de las hojas bajas, medias y bandera.

Debido a que este cultivo se va aumentando progresivamente, es esta la razón para que se haya analizado y en la mayoría de estas áreas cultivadas no emplean productos biológicos que mejore su crecimiento y desarrollo así como su producción y no contamine el medio ambiente natural, debido a que los agricultores siguen utilizando productos tóxicos y muy tóxicos de mucha

durabilidad dentro del fruto ya que el tomate de árbol (*Solanum betacea*), se consume inmediatamente después de cosechada, la misma que puede traer consecuencias muy graves para la salud humana, por lo cual realizó esta propuesta de investigación sobre la aplicación de las micorrizas en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea*), que permita aumentar la vida de los microorganismos del suelo y del cultivo, obtener mejores rendimientos y entregar al consumidor productos de calidad.

Implementación/plan de acción

Fase: Vivero

Preparación del sustrato

El sustrato se preparará con una enmienda rica en nutrientes; tierra negra de paramo (andisol) + humus de lombriz + cascarilla de arroz en proporciones 1:2:1.

Descontaminación del sustrato

Para esta labor se utilizará sulfato de calcio (cal apagada) a razón de 10 g/m². Sustancia que tiene actividad reguladora de pH y a través de ella actúan en contra de hongos fitopatógenos y plagas, así como aceleran la descomposición de la materia orgánica y coadyuvan al control de otros agentes patógenos de importancia.

Enfundado

Cuando las plantas de tomate de árbol variedad gigante amarillo y gigante mora, alcancen en el semillero una altura de 10 cm, se trasplantará a las fundas de polietileno de color negro, esto ocurrirá a los 30 días después de la siembra en el semillero. Al suelo se proveerá de la humedad necesaria a fin de que las plantas no se deshidraten y puedan recuperarse más fácilmente. Después del trasplante permanecerán a media sombra para su aclimatación.

Aplicación de micorrizas

Al momento del trasplante a las fundas de polietileno se aplicará las micorrizas fungifert en dosis de 20 g/planta al fondo y alrededor de las raíces, luego se repicarán las plantas en forma manual de manera que la micorriza fungifert entre en contacto directo con el sistema radicular.

Control de malezas

Con el propósito de disminuir el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo de las cuales las malezas son hospederas, se realizará controles de forma manual.

Controles fitosanitarios

A fin de mantener la sanidad de la planta se utilizará para el control de insectos minadores, insecticidas de baja toxicología a base de (*Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*) 4 cm³/20 lt permitidos en la agricultura orgánica. También se utilizará la siguiente formulación; se hervirá 250 g de ají molido en 4 litros de agua/15 minutos. Se agregará 250 g de ajo molido y hacer hervir por 5 minutos más.

Se mezclará 1 litro de esta solución con 16 litros de agua. Para el efecto se aplicará en chorro cada 15 días al pie de la planta, para control de “cutzo”, gusanos nocturnos y babosas; al follaje para control de pulgones y gusanos masticadores que es lo más común en esta especie.

Riegos

Se efectuarán los riegos utilizando regadera con una frecuencia de 5 días manteniendo siempre su capacidad de campo.

Evaluación y administración. Esta fase estará a cargo de los productores

BIBLIOGRAFÍA

- Agroecuador. 2003. *Las micorrizas brindan los nutrientes necesarios a las plantas*. 2003. En línea. Consultado el 10 de abril de 2012. Disponible en [http://www. agroecuador.com](http://www.agroecuador.com).
- Agroinformación. 2005. *Beneficio de las micorrizas en los cultivos* En línea. Consultado el 15 de junio de 2012. Disponible en <http://www.agroinformación.com/fungi/micorriza>.
- Albornoz, G. 1992. *El tomate de árbol en el Ecuador*. Universidad Central del Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. FUNDAGRO. 130 p.
- Alexander, M. 1980. *Introducción a la microbiología del suelo*. México, AGT Editores. 490 p.
- Altieri, M. 1999. *La revolución agroecológica en Latinoamérica*. SOCLA Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Lima-Perú. 217 p.
- Barea, J.; Azcón-Aguilar, C. 1982. *La rizosfera: interacciones, microbio planta. Trabajos recopilados*. Anuales de Edafología y Agro biología. 1532 p.
- Barea, J.; Azcón-Aguilar, C. 1997. *Micorrizas. Investigación y Ciencia*. 167
- Bernal, G.; Morales, R. 2006. *Las micorrizas. Importancia, producción e investigación en el Ecuador*. Mass. Gráficos-Quito.
- Bidwell, R. 1990. *Fisiología vegetal*. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano y Manuel Rojas Garadueña. (2 ed). México; Editor. 784 p.
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. Ec. 20 p.

- Deacon, J. 1983. *Introducción a la micología moderna*. México DF; Editorial. Limusa. 291 p.
- Escarria, C. *El tomate de árbol*. Cali, Secretaria de Desarrollo y Fomento. 53 p.
- González Bahamonde, G. 1974. *Métodos estadísticos y principios de diseño experimental*. Universidad Central del Ecuador-Quito. 242 p.
- González, M. 1993. *Manual de agromicrobiología*. I. N. Micorrizas arbusculares. México; Trillas. 142 p.
- Guerrero, E. 1997. *Informe técnico sobre las micorrizas*. Cali, Colombia; FEN. 12 p.
- Holdridge, L. R. 1982. *Ecologías basadas en las zonas de vida*. San José, C.R. IICA. 216 p. (Libros y materiales educativos No 34).
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua. 2011. *Manual de prácticas agroecológicas en producción de hortalizas limpias*.
- Instituto Geográfico Militar, Ec. (IGM). 1991. *Carta Geográfica de Ambato*. I.G.M. Quito Ec. Esc. 1:50.000.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1978. *Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador*.
- James, W. 1967. *Introducción a la fisiología vegetal*. (6 ed.) Barcelona-España; Ediciones Omega 245-247 p.
- Kugle, S. 1994. *Introducción de microbiología*. Madrid; AGT. 324 p.
- Lozada, E. (11 de mayo de 2010). Intoxicaciones agudas y graves por plaguicidas. *La Hora*, pp A2.

- Naranjo, G. et-al. 2008. *Tutoría de la investigación científica*. Guía para elaborar en forma creativa y amena el trabajo de graduación. Ambato-Ecuador; Graficas Cía. Ltda. 232 p.
- Orellana, H. 1990. *Microbiología*. (2 ed.) Quito, Ecuador; Universidad Central. 190 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2004. Comisión Codex Alimentario. Roma, Italia. En línea. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net>.
- Ortiz, J. (2002). *Efecto de las micorrizas y fertilización en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L. Var. Itálica)*. “Tesis de (ingeniero) no publicada” Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos, Ecuador.
- Osorio, A. 1988. *Guía agroindustrial colombiana de micorrizas*. Cali, Colombia; FEN. 16 p.
- Pérez, F.; Martínez-Labore, J. 1994. *Introducción a la fisiología vegetal. Crecimiento y desarrollo*. España . Ediciones Mundi-Prensa. 101-108 p.
- Perrin, R; Winkelman, D; Moscardi, E; Anderson, J. 1976. *Un manual metodológico de evaluación económica*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT. México D.F., 53 p.
- Pimentel, M. 1978. *Curso de estadística experimental*. (1 ed.) Buenos Aires, Argentina; Editorial Hemisferio Sur. 289 p.
- Plan nacional para el buen vivir. 2009. Quito, Ecuador. 89 p.
- Promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales, Ec. (Proexant). 1992. *Fungifert XXI, la micorriza un milagro como biofertilizante*. Quito Ecuador; Imprenta Proexant. 25 p.

- Ricachi, O. (2003). *Utilización de fungifert en el cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.)*. “Tesis de (ingeniero) no publicada” Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos, Ecuador.
- Rosero, E. (2003). *Efecto de las micorrizas en el cultivo de romanesco (Brassica oleracea var. Botritis)*. “Tesis de (ingeniero) no publicada” Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos, Ecuador.
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). 2009. Quito, Ecuador. 516 p.
- Sieverding, E. 1983. *Manual de métodos para la investigación en micorrizas vesículo arbusculares*. Palmira CIAT. Colombia. 58 p.
- Smith, S.; Gianinnazzi-Parson, V. 1988. *Physiological interaction sbetween symbionts in vesicular-arbuscular mycorriza plants*. Ann. Rev. Plant. Physiol. Plan Mol. Biol. 39-201p.
- Stanier, R. *Microbiología*. 4 ed. Barcelona, España; Reverté. 836 p.
- Suquilanda, M. 2003. *Producción orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador*. Quito-Ecuador; Edición gráfica. . 252 p.
- Thomas M. Little; Hill Jackson. 1991. *Métodos estadísticos para la agricultura*. (2 ed.) México; Editorial Trillas. 298 p.
- Turipana. 2002. *Las plantas micorrizadas*. En línea. Consultado el 12 de junio de 2012. Disponible en <http://www.turipana.org.co/micorrizas.html>.
- Tusplantas. 2005. *Función de las micorrizas en el ecosistema de plantas y cultivos*. En línea. Consultado el 12 de mayo de 2012. Disponible en <http://www.tusplantas.org.co/micorrizas.html>.

- Unidad de certificación agricultura limpia tungurahua (Ucalt). 2011. *Normativa de certificación de producción limpia de Tungurahua*. Estrategia Agropecuaria UTA, Ambato Ecuador; Imagen Gráfica. 42 p.
- Valdez, H. 1988. *El cultivo del tomate de árbol*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 22 p.
- Velasteguí, R. 1997. *Formulaciones naturales y sustancias minerales para controles fitosanitarios*. p. 74.
- Velasteguí, R. 2002. *Manejo ecológico de enfermedades*. In Producción Agroecológica.
- Velasteguí, R. 2005. *Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos*. Quito, Ecuador; Editorial AgroExpress. 153 p.
- Wright, S. 2001. *Los sistemas de SD aumentan la estabilidad de los agregados y la glomalina*. At: 9º Congreso Nacional of AAPRESID. Vol. I. Mar de Plata Argentina. 59-70 p.

ANEXOS

FASE I: VIVERO

ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA (cm)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	17,30	16,70	17,30	51,30	17,10
2	V1D2	18,30	21,30	20,00	59,60	19,87
3	V1D3	18,80	22,20	21,50	62,50	20,83
4	V2D1	20,20	21,20	20,50	61,90	20,63
5	V2D2	21,30	23,80	21,20	66,30	22,10
6	V2D3	23,70	26,50	22,70	72,90	24,30
7	TV1	15,30	16,00	15,70	47,00	15,67
8	TV2	15,70	16,20	15,80	47,70	15,90

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 2. NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	3,83	4,50	3,83	12,16	4,05
2	V1D2	4,17	4,50	4,17	12,84	4,28
3	V1D3	4,50	4,83	4,33	13,66	4,55
4	V2D1	4,17	4,33	4,00	12,50	4,17
5	V2D2	4,50	4,83	4,33	13,66	4,55
6	V2D3	5,17	5,00	5,00	15,17	5,06
7	TV1	3,67	4,17	3,50	11,34	3,78
8	TV2	3,83	4,33	3,67	11,83	3,94

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 3. PESO FRESCO DEL TALLO (g)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	3,12	3,00	3,12	9,24	3,08
2	V1D2	3,30	3,84	3,60	10,74	3,58
3	V1D3	3,39	3,99	3,87	11,25	3,75
4	V2D1	3,63	3,81	3,69	11,13	3,71
5	V2D2	3,84	4,29	3,81	11,94	3,98
6	V2D3	4,26	4,77	4,08	13,11	4,37
7	TV1	2,76	2,88	2,82	8,46	2,82
8	TV2	2,82	2,91	2,85	8,58	2,86

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 4. DIÁMETRO DEL TALLO (mm)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	5,17	5,67	5,00	15,84	5,28
2	V1D2	5,50	5,83	5,17	16,50	5,50
3	V1D3	5,67	6,00	5,33	17,00	5,67
4	V2D1	5,17	6,00	4,67	15,84	5,28
5	V2D2	5,50	6,33	5,50	17,33	5,78
6	V2D3	6,17	6,67	5,67	18,51	6,17
7	TV1	4,50	5,00	4,33	13,83	4,61
8	TV2	4,83	5,33	4,67	14,83	4,94

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 5. PESO FRESCO DE LA RAÍZ (g)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	3,00	2,89	3,05	8,94	2,98
2	V1D2	3,18	3,69	3,56	10,43	3,48
3	V1D3	3,26	3,84	3,78	10,88	3,63
4	V2D1	3,49	3,67	3,55	10,71	3,57
5	V2D2	3,70	4,13	3,67	11,50	3,83
6	V2D3	4,10	4,59	3,93	12,62	4,21
7	TV1	2,66	2,77	2,71	8,14	2,71
8	TV2	2,72	2,80	2,74	8,26	2,75

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 6. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cm³)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	4,67	4,56	4,72	13,95	4,65
2	V1D2	4,85	5,36	5,23	15,44	5,15
3	V1D3	4,82	5,51	5,45	15,78	5,26
4	V2D1	5,16	5,34	5,22	15,72	5,24
5	V2D2	5,37	5,80	5,34	16,51	5,50
6	V2D3	5,77	6,26	5,60	17,63	5,88
7	TV1	4,33	4,44	4,38	13,15	4,38
8	TV2	4,39	4,47	4,41	13,27	4,42

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 7. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE BAJA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	10,57	11,17	10,00	31,74	10,58
2	V1D2	10,82	11,25	11,00	33,07	11,02
3	V1D3	11,83	12,50	11,50	35,83	11,94
4	V2D1	10,83	11,08	11,25	33,16	11,05
5	V2D2	10,43	11,58	11,33	33,34	11,11
6	V2D3	11,85	13,17	12,50	37,52	12,51
7	TV1	9,50	9,67	9,42	28,59	9,53
8	TV2	9,92	9,92	10,08	29,92	9,97

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 8. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE MEDIA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	9,32	8,83	8,42	26,57	8,86
2	V1D2	9,50	9,83	9,08	28,41	9,47
3	V1D3	10,00	11,17	9,50	30,67	10,22
4	V2D1	9,92	9,67	9,08	28,67	9,56
5	V2D2	10,22	10,70	9,83	30,75	10,25
6	V2D3	10,80	11,58	10,25	32,63	10,88
7	TV1	8,08	8,08	7,75	23,91	7,97
8	TV2	8,58	8,25	7,83	24,66	8,22

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 9. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE BANDERA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	5,78	4,45	4,50	14,73	4,91
2	V1D2	5,98	5,33	4,67	15,98	5,33
3	V1D3	7,08	7,17	6,33	20,58	6,86
4	V2D1	5,75	4,75	5,25	15,75	5,25
5	V2D2	7,87	7,08	6,67	21,62	7,21
6	V2D3	9,08	8,50	6,92	24,50	8,17
7	TV1	4,17	4,83	3,83	12,83	4,28
8	TV2	4,73	5,50	4,50	14,73	4,91

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

FASE II: CAMPO

ANEXO 10. ALTURA DE PLANTA (cm)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	44,75	41,50	43,00	129,25	43,08
2	V1D2	46,75	50,50	44,75	142,00	47,33
3	V1D3	47,50	48,25	48,75	144,50	48,17
4	V2D1	50,00	49,00	46,00	145,00	48,33
5	V2D2	50,50	49,75	46,50	146,75	48,92
6	V2D3	52,50	54,50	47,25	154,25	51,42
7	TV1	39,00	40,75	39,25	119,00	39,67
8	TV2	42,50	41,25	39,75	123,50	41,17

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 11. NÚMERO DE HOJAS/PLANTA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	9,50	10,25	9,50	29,25	9,75
2	V1D2	10,00	10,50	9,75	30,25	10,08
3	V1D3	10,25	10,75	10,00	31,00	10,33
4	V2D1	9,75	9,75	9,50	29,00	9,67
5	V2D2	10,00	11,00	9,75	30,75	10,25
6	V2D3	10,75	11,25	10,50	32,50	10,83
7	TV1	8,75	8,50	8,25	25,50	8,50
8	TV2	9,00	8,75	8,50	26,25	8,75

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 12. PESO FRESCO DEL TALLO (g)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	116,08	108,00	115,40	339,48	113,16
2	V1D2	123,15	133,05	116,55	372,75	124,25
3	V1D3	124,25	126,43	128,45	379,13	126,38
4	V2D1	131,73	128,43	119,85	380,01	126,67
5	V2D2	133,08	131,05	121,80	385,93	128,64
6	V2D3	137,65	143,55	124,45	405,65	135,22
7	TV1	102,20	102,03	97,87	302,10	100,70
8	TV2	110,38	106,35	101,78	318,51	106,17

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 13. DIÁMETRO DEL TALLO (mm)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	21,25	18,25	19,50	59,00	19,67
2	V1D2	22,75	26,25	20,75	69,75	23,25
3	V1D3	23,75	23,75	24,75	72,25	24,08
4	V2D1	25,75	24,50	21,75	72,00	24,00
5	V2D2	26,50	25,50	22,00	74,00	24,67
6	V2D3	28,25	30,50	23,00	81,75	27,25
7	TV1	17,00	17,25	16,75	51,00	17,00
8	TV2	19,00	18,25	16,75	54,00	18,00

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 14. PESO FRESCO DE LA RAÍZ (g)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	22,87	21,15	21,97	65,99	22,00
2	V1D2	24,12	26,02	22,82	72,96	24,32
3	V1D3	24,40	24,77	25,17	74,34	24,78
4	V2D1	25,67	25,17	23,47	74,31	24,77
5	V2D2	26,05	25,70	23,90	75,65	25,22
6	V2D3	26,97	28,15	24,42	79,54	26,51
7	TV1	20,12	20,65	19,85	60,62	20,21
8	TV2	21,65	21,05	20,00	62,70	20,90

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 15. VOLUMEN DEL SISTEMA RADICULAR (cm³)

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	25,00	23,45	24,12	72,57	24,19
2	V1D2	26,35	28,25	25,15	79,75	26,58
3	V1D3	26,60	27,07	27,45	81,12	27,04
4	V2D1	28,12	27,45	25,80	81,37	27,12
5	V2D2	28,30	28,07	26,20	82,57	27,52
6	V2D3	29,22	30,50	26,72	86,44	28,81
7	TV1	22,37	22,87	22,07	67,31	22,44
8	TV2	23,92	23,20	22,20	69,32	23,11

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 16. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE BAJA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	26,25	26,00	26,75	79,00	26,33
2	V1D2	28,50	31,75	27,00	87,25	29,08
3	V1D3	32,25	30,50	30,50	93,25	31,08
4	V2D1	32,00	28,25	27,25	87,50	29,17
5	V2D2	33,25	31,00	29,25	93,50	31,17
6	V2D3	36,50	33,00	30,25	99,75	33,25
7	TV1	25,00	24,00	23,50	72,50	24,17
8	TV2	28,00	25,00	25,00	78,00	26,00

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 17. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE MEDIA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	20,25	19,75	18,00	58,00	19,33
2	V1D2	22,00	23,00	19,50	64,50	21,50
3	V1D3	25,00	24,00	22,00	71,00	23,67
4	V2D1	25,50	23,75	20,25	69,50	23,17
5	V2D2	26,50	24,25	20,75	71,50	23,83
6	V2D3	32,00	27,50	22,25	81,75	27,25
7	TV1	16,25	17,00	17,75	51,00	17,00
8	TV2	19,75	19,25	17,75	56,75	18,92

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 18. LONGITUD DE HOJAS/PLANTA (cm) PARTE BANDERA

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES			S	X
		I	II	III		
1	V1D1	15,00	15,75	12,25	43,00	14,33
2	V1D2	18,00	15,25	15,25	48,50	16,17
3	V1D3	18,75	18,50	16,75	54,00	18,00
4	V2D1	17,50	17,00	13,00	47,50	15,83
5	V2D2	19,75	18,25	15,25	53,25	17,75
6	V2D3	21,25	20,50	15,25	57,00	19,00
7	TV1	10,25	12,25	12,00	34,50	11,50
8	TV2	12,25	13,25	12,00	37,50	12,50

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACIÓN: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

LONGITUD DE HOJAS/PLANTA

ANEXO 19. FASE DE VIVERO

N o	TRATAMIENTOS	REPETICIONES								
		I			II			III		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	V1D1	10,57	9,32	5,78	11,17	8,83	4,45	10,00	8,42	4,50
2	V1D2	10,82	9,50	5,98	11,25	9,83	5,33	11,00	9,08	4,67
3	V1D3	11,83	10,00	7,08	12,50	11,17	7,17	11,50	9,50	6,33
4	V2D1	10,83	9,92	5,75	11,08	9,67	4,75	11,25	9,08	5,25
5	V2D2	10,43	10,22	7,87	11,58	10,70	7,08	11,33	9,83	6,67
6	V2D3	11,85	10,80	9,08	13,17	11,58	8,50	12,50	10,25	6,92
7	TV1	9,50	8,08	4,17	9,67	8,08	4,83	9,42	7,75	3,83
8	TV2	9,92	8,58	4,73	9,92	8,25	5,50	10,08	7,83	4,50

ANEXO 20. FASE DE CAMPO

No	TRATAMIENTOS	REPETICIONES								
		I			II			III		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	V1D1	26,25	20,25	15,00	26,00	19,75	15,75	26,75	18,00	12,25
2	V1D2	28,50	22,00	18,00	31,75	23,00	15,25	27,00	19,50	15,25
3	V1D3	32,25	25,00	18,75	30,50	24,00	18,50	30,50	22,00	16,75
4	V2D1	32,00	25,50	17,50	28,25	23,75	17,00	27,25	20,25	13,00
5	V2D2	33,25	26,50	19,75	31,00	24,25	18,25	29,25	20,75	15,25
6	V2D3	36,50	32,00	21,25	33,00	27,50	20,50	30,25	22,25	15,25
7	TV1	25,00	16,25	10,25	24,00	17,00	12,25	23,50	17,75	12,00
8	TV2	28,00	19,75	12,25	25,00	19,25	13,25	25,00	17,75	12,00

a: parte baja; b: parte media; c: parte bandera

FUENTE: Datos de campo, 2013

ELABORACION: Ing. Segundo Fabián Zúñiga Altamirano

ANEXO 21. COSTOS DE INVERSION DEL EXPERIMENTO EXPRESADO EN DOLARES

Rubro	Mano de obra			Materiales					
	No	Cost. Unit.	Sub total	Nombre	Unidad	No	Costo unit.	Sub total	Total
Fase: Vivero									
Preparación sustrato:	1	6	6	Cascarilla de arroz	kg	50	0,04	2	8
				Humus de lombriz	kg	50	0,11	5,5	5,5
				Suelo de páramo	kg	50	0,02	1	1
Dec. Sustrato				Hidróxido calcio	kg	10	0,2	2	2
Análisis químico sustrato				Muestra	kg	0	0	0	0
Trasplante:	1	6	6	Plántulas	Tomate	480	0,03	14,4	20,4
Aplic. tratamiento	1	6	6	Micorrizas-Fungifert	g	7200	0,003	21,6	27,6
				Fundas polietileno		500	0,005	2,5	2,5
				Regadera	día	20	0,1	2	2
				Agua	hora	2	0,75	1,5	1,5
Labores culturales:	1	6	6	Roca fosfórica	kg	4	0,4	1,6	7,6
Abonadura				Humus de lombriz	kg	50	0,11	5,5	5,5
Control de malezas				Manual				0	0
Control fitosanitario				Bacillus thuringiensis	g	50	0,05	2,5	2,5
				Bomba de mochila	día	3	0,3	0,9	0,9
				Agua	hora	2	0,75	1,5	1,5
TOTAL:			24					64,5	88,5

ANEXO 22. ANALISIS MICOLOGICO DE MUESTRA DE SUELO ANTES

Muestra analizada	Metodología y/o medio de cultivo	Tipo análisis	Dilución	Resultados del análisis	
				Organismo a identificar	UFC**/g suelo
Suelo Muestra 1	PDA-LCH-CMA	Hongos	10 ⁻⁴	Penicillium sp Cladosporium sp Phialophora sp Trichoderma sp	2 1 1 1
<p>*Medios de cultivo para hongos: PDA = Papa dextrosa agar. LCH = Lactosa caseína hidrolisada. CMA = Corn meal agar **Número de colonias por gramo de suelo</p>					
<p>Observaciones:</p> <p>El género Penicillium se encuentra distribuido mundialmente y que se encuentra comúnmente en el suelo. Cladosporium sp se encuentra regularmente en el suelo. Phialophora sp es un hongo que se encuentra en el suelo, alimentos y plantas en descomposición, se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza. Trichoderma sp es un antagonista.</p> <p>Observaciones adicionales:</p> <p>Análisis micológico de una muestra de suelo, para identificación y cuantificación de hongos.</p>					

FUENTE: INIAP (Departamento de protección vegetal)

ANEXO 23. ANALISIS MICOLOGICO DE MUESTRA DE SUELO DESPUES

Muestra analizada	Metodología y/o medio de cultivo	Tipo análisis	Dilución	Resultados del análisis	
				Organismo a identificar	UFC**/g suelo
Suelo Muestra 2	PDA-LCH-CMA	Hongos	10 ⁻⁴	Penicillium sp Paecilomyces sp Fusarium sp Gliocladium sp	2 1 1 1
<p>*Medios de cultivo para hongos: PDA = Papa dextrosa agar. LCH = Lactosa caseína hidrolisada. CMA = Corn meal agar **Número de colonias por gramo de suelo</p>					
<p>Observaciones:</p> <p>Penicillium es un hongo que tiene una amplia distribución, se lo encuentra en el suelo y restos de vegetales en descomposición. Paecilomyces se viene utilizando con mucha frecuencia para reducir las poblaciones de nematodos. Fusarium es un hongo que se encuentra ampliamente distribuido y se lo encuentra en plantas y suelo, puede estar actuando como patógeno o como saprófito. Gliocladium sp es un hongo que se encuentra regularmente en el suelo y en restos de vegetales descompuestos, es considerado un contaminante; sin embargo hay especies que son antagonistas.</p> <p>Observaciones adicionales:</p> <p>Análisis micológico de una muestra de suelo, para identificación y cuantificación de hongos.</p>					

FUENTE: INIAP (Departamento de protección vegetal)

ANEXO 24. ANALISIS DE MICORRIZAS ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO

RESULTADOS DE ANALISIS MICORRIZICO DE SUELOS

Método utilizado:

- La metodología utilizada para el procesamiento del suelo es la indicada por Herrera (2011).
- Para la identificación de esporas se utilizó el laminario del CIP (Centro Internacional de la Papa)-2011 realizado por el experto Cubano Dr. Herrera y las fotografías reportadas por el INVAM (Internacional Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi)).
- Los géneros identificados tienen un parecido a los reportados en laminario del 2001 y a las fotografías del INVAM.

A. POBLACION DE ESPORAS POR GRAMO DE SUELO SECO

No. De Laboratorio	Descripción de la muestra	Población de esporas por gramo de suelo seco (esporas/gss)
70	antes	71,65
71	después	100,37

B. MORFOTIPOS Y GENEROS DE ESPORAS MICORRIZICAS

Muestra 70

Morfotipos y coloración	Géneros identificados
Anaranjado redondo Café redondo Hialino redondo Anaranjado rojizo redondo	Glomus sp. Acaulospora sp.

Muestra 71

Morfotipos y coloración	Géneros identificados
Anaranjado redondo Café redondo Hialino redondo	Glomus sp. Acaulospora sp.

Observaciones:

- La población de esporas es alta, ya que se conoce que “las poblaciones de micorrizas vesiculares arbusculares en el suelo son minúsculas, situándose entre una espora por gramo de suelo en zonas sin cultivar y 50 esporas por gramo de suelo después del crecimiento de la planta colonizada por las micorrizas (Coyne, 2000)”.
- La mayor población de esporas encontradas en las muestras, tiene un tamaño entre 38 a 150 um.
- Los morfotipos y géneros identificados en las muestras de suelo se encuentran en orden de frecuencia. Es así que el morfotipo anaranjado redondo y el género Glomus son los más frecuentes.

FUENTE: Departamento de microbiología de suelos-DMSA-EESC-INIAP