



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO EN EDAFOLOGÍA

MATERIALES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS EN VIVERO

MAURICIO IVÁN ANDRADE LUNA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO
2008

La presente tesis titulada: Materiales orgánicos en la producción de portainjertos de cítricos en vivero, realizada por el alumno: Mauricio Iván Andrade Luna, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EDAFOLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR:

CONSEJERO:

DR. ROBERTO QUINTERO LIZAOLA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ÁNGEL VILLEGAS MONTER

ASESOR:

DR. RONALD FERRERA-CERRATO

ASESOR:

DR. JESÚS PÉREZ MORENO

MATERIALES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS EN VIVERO

Mauricio Iván Andrade Luna, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2008

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de dos diferentes portainjertos (C35 y Limón Volkameriano) en diferentes sustratos, las cuales estaban compuestas por tierra vega de río, compost, vermicompost y peat moss. Se emplearon plantas de un vivero certificado ubicado en Cazones, Veracruz. Se realizaron muestreos no destructivos periódicos (cada 30 días) a partir de los 90 días después del trasplante (ddt) tomando como variables: altura de la planta y diámetro de tallo. Así también se midieron la tasa de crecimiento relativo y el índice de calidad. A los 180 ddt los tratamientos que contenían compost y vermicompost, los cuales tuvieron mejor porte y vigor, superaron en altura a los tratamientos con peat moss en los dos portainjertos, así también presentando diferencias con el testigo (TVR). Las mejoras que provocó la adición de compost y vermicompost en la altura de las plantas fue mas evidente en los portainjertos C35 y limón volkameriano. De manera similar a lo ocurrido con la variable altura de las plantas, para el diámetro de tallo a los 180 y 270 ddt en los portainjertos C35 y Limón volkameriano los tratamientos con adición de peat moss fueron los peores, incluso siendo diámetros menores que la TVR. A los 180 ddt, el mayor peso de la materia fresca de las plantas se presentó en los tratamientos con compost en los portainjertos C35 y Limón volkameriano. A los 180 ddt, los tratamientos con compost y vermicompost presentaron los valores más altos en peso seco de las plantas para los dos portainjertos. La tasa de crecimiento relativo (TCR) fue menor en las plantas de los tres portainjertos cultivadas en TVR adicionada con 25% de PM, inclusive, éstos tratamientos fueron superados por el testigo (TVR). Los mejores tratamientos en esta variable fueron 25% de compost para Limón volkameriano y 50 % de compost para C35. En los sustratos evaluados, la mejor calidad de plantas se obtuvo con el portainjerto Limón volkameriano, después C35. Los tratamientos con 12.5% y 50% de compost fueron los que produjeron plantas de mejor calidad. Las plantas de menor calidad, de acuerdo a este índice se produjeron con 12.5 y 25% de peat moss.

Palabras clave: compost, vermicompost, peat moss, tierra vega de rio, *C. volkameriana*, *C. reshni*, *C. sinencis*, *P. trifoliata*,

ORGANIC MATERIAL IN THE PRODUCTION OF CITRUS FRUITS IN
PORTAINJERTOS VIVARIUM

Mauricio Iván Andrade Luna, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2008

The work had like objective to evaluate the development of two different portainjertos (C35 and Lemon Volkameriano) in different substrates, which were made up of earth fertile valley of river, compost, vermicompost and peat moss. Plants of a breeding ground certified located in Cazonos were used, Veracruz. Samplings were made nondestructive newspapers (every 30 days) as of the 90 days after of the transplant (ddt) taking like variables: height of the plant and diameter of stem. Thus also the rate of relative growth and the index of quality were moderate. To the 180 ddt the treatments that contained compost and vermicompost, which had better bearing and vigor, surpassed in height to the treatments with peat moss in both by portainjertos, thus also presenting/displaying differences with the witness (TVR). The improvements that the addition of compost and vermicompost in the height of the plants caused were but evident in the portainjertos C35 and volkameriano lemon. Of way similar to the happened thing with the variable height of the plants, for the diameter of 270 stem to 180 and ddt in the portainjertos C35 and Lemon volkameriano the treatments with addition of peat moss were the worse ones, even being diameters smaller than the TVR. To the 180 ddt, the greater weight of the fresh matter of the plants appeared in the treatments with compost in the portainjertos C35 and Lemon volkameriano. To the 180 ddt, the treatments with compost and vermicompost presented/displayed the highest values in dry weight of the plants for both portainjertos. The rate of relative growth (TCR) was smaller in the plants of the three portainjertos cultivated in TVR added with 25% of p.m., inclusively, these treatments were surpassed by the witness (TVR). The best treatments in this variable were 25% of compost for volkameriano Lemon and 50 % of compost for C35. In the evaluated substrates, the best quality of plants obtained with portainjerto volkameriano Lemon, later C35. The treatments with 12,5% and 50% of compost were those that produced plants of better quality. The plants of smaller quality, according to this index took place with 12,5 and 25% of peat moss.

Index words: compost, vermicompost, peat moss, tierra vega de rio, *C. volkameriana*, *C. reshni*, *C. sinencis*, *P. trifoliata*,

A mis padres, Nemesio y María Inés por todo su esfuerzo y comprensión, por haber hecho de mí un hombre de bien, por sus consejos y por todo el amor que tienen hacia mí.

A Dios por ser la inspiración de amor, fortaleza y confianza que yo necesitaba y sigo necesitando para poder lograr todas mis metas.

A mis hermanos Lina y Moisés por todas las experiencias que hemos compartido.

Al C.P. Saúl Díaz por su apoyo invaluable, por su gran amistad y sobre todo por la confianza depositada en mí, para poder finalizar este proyecto de tesis.

A todos mis compañeros de trabajo por el apoyo y amistad brindada.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por su apoyo económico, que hicieron posible mi superación académica.

Al Vivero Cazonas, por todas las facilidades que me brindaron para la realización del proyecto de tesis, por la amistad y la dinámica de convivencia que los caracteriza.

Al Dr. Roberto Quintero Lizaola, por su papel de consejero en la tesis y guiar mi programa de formación académica.

Al Dr. Ángel Villegas Monter, por ser un hombre preocupado en mi superación académica, por el ejemplo de trabajo, responsabilidad y logro de metas. Por su amistad y apoyo desinteresado, el cual me brindó en el transcurso de esta maestría.

Al Dr. Jesús Pérez Moreno, por su esfuerzo en las sugerencias de la presente tesis.

Al Dr. Ronald Ferrera-Cerrato por su gran amistad, apoyo y dedicación durante toda mi formación académica, y sobre todo por ser un gran amigo y ante todo por sus sabios consejos.

A mis compañeros y amigos Sr. Manuel, Lorenzo, Mundo, Fernando por su apoyo en los análisis químicos de las muestras analizadas en el proyecto de tesis, a mis compañeros de clase Ramiro, Jazmín, Saúl, y a las personas que me brindaron su apoyo en el Vivero el M.C. Emigdio, el Sr. Abdón y Luis.

A los profesores que contribuyeron en mi formación académica.

A todo el personal del programa de Edafología por haber hecho equipo durante todo mi proyecto de tesis, y por las facilidades brindadas.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Definición de sustrato.....	3
2.2. Importancia de los sustratos.....	3
2.3. Los sustratos en la producción de plantas en vivero.....	4
2.4. Características de los sustratos de cultivo.....	4
2.5. Tipos de sustrato.....	7
2.5.1. Según sus propiedades.....	7
2.5.2. Origen de los materiales.....	8
2.5.2.1. Materiales orgánico.....	8
2.5.2.2. Materiales inorgánicos o minerales.....	8
2.6. Descripción general de los sustratos naturales.....	9
2.7. Problemática del uso de sustratos en la actividad viverística	15
2.8. Simbiosis micorrízica arbuscular en vivero.....	18
2.8.1. Simbiosis micorrízica arbuscular.....	18
2.8.2. Dependencia de los HMA.....	21
2.8.3. Factores que afectan el establecimiento de los HMA	22
2.8.4. Los portainjertos y los HMA.....	24
III. OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	26
3.1. Objetivo general de la fase 1	26
3.1.1. Objetivos específicos de la fase 1.....	26
3.2. Objetivo general de la fase 2.....	26
3.2.1. Objetivos específicos de la fase 2.....	26
3.3. Hipótesis general de la fase 1.....	27
3.3.1. Hipótesis específicas de la fase 1.....	27
3.4. Hipótesis general de la fase 2.....	27
3.4.1. Hipótesis específicas de la fase 2.....	27
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1 Localización del área de trabajo.....	28
4.2. Cítricos a evaluar.....	29
4.3. Fase 1. Uso de diez mezclas de sustratos en la producción de tres portainjertos de cítricos en vivero.....	32
4.3.1. Germinación de la semilla.....	32
4.3.2. Diseño de los tratamientos	32
4.3.3. Transplante de los portainjertos	33
4.3.4. Diseño experimental.....	34
4.3.5. Muestreos y variables a evaluar	36
4.3.5.1. Muestreos no destructivos.....	36
4.3.6. Muestreos destructivos.....	37
4.3.6.1. Análisis químico de la planta (parte aérea)	38

4.3.6.1.1. Determinación de nitrógeno por el método semimicro-kjeldahl modificado para incluir nitratos	38
4.3.6.1.2. Determinación de fósforo y zinc por el método de cuantificación por el ICP	39
4.3.6.1.3. Determinación de fósforo y zinc por el método de espectrofotometría	41
4.3.7. Análisis físico-químico de los sustratos	42
4.3.7.1. Determinación de materia orgánica	42
4.3.7.2. Determinación de pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo (P), potasio (P), textura y clasificación textural	43
4.3.8. Medición de niveles de resistencia superficial.....	43
4.3.9. Medición de la temperatura del sustrato.....	44
4.4. Fase 2. Uso de nueve mezclas de sustratos en la producción de C35 inoculado con HMA	44
4.4.1. Diseño de los tratamientos	44
4.4.2. Transplante del portainjerto	45
4.4.3. Diseño experimental.....	46
4.4.4. Muestreos y variables a evaluar	46
4.4.4.1. Muestreos no destructivos.....	46
4.4.4.2. Muestreos destructivos.....	46
4.4.5. Análisis químico de la planta (parte aérea)	47
4.4.6. Análisis físico-químico de los sustratos.....	47
4.4.7. Porcentaje de colonización micorrízica.....	47
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
5.1. Uso de diez mezclas como sustratos en la producción de tres portainjertos de cítricos en vivero.....	48
5.1.1. Evaluaciones de campo (Fase 1).....	48
5.1.1.1. Altura de la planta.....	48
5.1.1.2. Diámetro de tallo	53
5.1.1.3. Número de brotes laterales	58
5.2. Muestreos destructivos (Fase 1).....	63
5.2.1. Longitud de la planta	63
5.2.2. Longitud de la raíz	65
5.2.3. Peso de la materia fresca de la planta.....	67
5.2.4. Peso de la materia seca de la planta.....	70
5.2.5. Peso de la materia fresca de la raíz.....	73
5.2.6. Peso de la materia seca de la raíz.....	75
5.2.7. Área foliar	80
5.2.8. Tasa de crecimiento relativo	82
5.2.9. Índice de calidad de la planta	85
5.3. Propiedades físico-químicas de las mezclas de sustratos (Fase 1 y 2): pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fósforo Olsen, potasio, clasificación textural, densidad aparente.....	88
5.4. Análisis químico de la planta (Fase 1).....	89
5.4.1. Nitrógeno.....	89
5.4.2. Fósforo.....	91
5.4.3. Zinc.....	94

5.5. Resistencia a la penetración superficial del sustrato	96
5.6. Temperatura del sustrato	97
5.7. Uso de nueve mezclas como sustratos en la producción del portainjerto Citrange C35, inoculado con <i>Glomus</i> Zac-19 e <i>intraradices</i> en vivero.....	98
5.7.1. Evaluaciones de campo (Fase 2).....	98
5.7.1.1. Altura de la planta	98
5.7.1.2. Diámetro de tallo	103
5.7.1.3. Número de brotes laterales.....	108
5.8. Muestras destructivas (Fase 2).....	111
5.8.1. Longitud de la raíz	111
5.8.2. Peso de la materia seca de la planta.....	113
5.8.3. Área foliar	116
5.8.4. Tasa de crecimiento relativo	119
5.9. Análisis químico de la planta (Fase 2).....	121
5.9.1. Nitrógeno.....	121
5.9.2. Fósforo.....	124
5.9.3. Zinc.....	126
5.10. Porcentaje de colonización micorrízica.....	129
VI. CONCLUSIONES.....	131
VII. LITERATURA CITADA	132
VIII. APÉNDICE.....	143

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Propiedades físicas del peat moss.....	9
Cuadro 2. Producción de vermicompots en relación a tiempo.....	13
Cuadro 3. Composición del humus de lombriz, resultante del proceso de vermicompostaje.....	15
Cuadro 4. Diseño de los tratamientos fase 1.....	32
Cuadro 5. Curva de calibración de P.....	41
Cuadro 6. Diseño de los tratamientos fase 2.....	45
Cuadro 7. Prueba de medias para altura de las plantas en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	50
Cuadro 8. Prueba de medias para diámetro de tallo en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	55
Cuadro 9. Prueba de medias para número de brotes laterales en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	60
Cuadro 10. Prueba de medias para longitud de planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	64
Cuadro 11. Prueba de medias para longitud de raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	66
Cuadro 12. Prueba de medias para peso de materia fresca de la planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006..	68
Cuadro 13. Prueba de medias para peso de materia seca de la planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006..	72
Cuadro 14. Prueba de medias para peso de materia fresca de la raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	74
Cuadro 15. Prueba de medias para peso de materia seca de la raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	77
Cuadro 16. Prueba de medias para área foliar de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.....	81

Cuadro 17. Prueba de medias para tasa de crecimiento relativo de tres portainjertos de cítricos desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	84
Cuadro 18. Prueba de medias para índice de calidad de la planta de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	86
Cuadro 19. Propiedades fisico-químicas de las mezclas al inicio y final del experimento.....	88
Cuadro 20. Prueba de medias para concentración de nitrógeno total (%) de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	90
Cuadro 21. Prueba de medias para concentración de fósforo total (g k^{-1}) en tres portainjertos de cítricos desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	93
Cuadro 22. Prueba de medias para contenido de zinc (mg k^{-1}) en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	95
Cuadro 23. Resistencia a la penetración superficial del sustrato utilizado para el crecimiento de tres portainjertos en diferentes fechas de muestreo.....	97
Cuadro 24. Temperatura de los sustratos a 10 cm de profundidad, en diferentes fechas.....	97
Cuadro 25. Prueba de medias para altura de planta del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	101
Cuadro 26. Prueba de medias para diámetro de tallo del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	106
Cuadro 27. Prueba de medias para número de brotes del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	109
Cuadro 28. Prueba de medias para longitud de raíz del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.....	112

Cuadro 29. Prueba de medias para peso de materia seca de la parte aérea del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	115
Cuadro 30. Prueba de medias para área foliar del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	118
Cuadro 31. Prueba de medias para tasa de crecimiento relativo del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	120
Cuadro 32. Prueba de medias para concentración de nitrógeno total (%) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	123
Cuadro 33. Prueba de medias para contenido de fósforo total (g k^{-1}) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	126
Cuadro 34. Prueba de medias para contenido de zinc (mg k^{-1}) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	128
Cuadro 35. Prueba de medias para porcentaje de colonización micorrízica del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Localización del área de trabajo, Cazones, Veracruz, México...	28
Figura 2. Limón Volkameriano (<i>Citrus volkameriana</i> L. Tan. & Pasq.)...	29
Figura 3. Mandarina cleopatra (<i>Citrus reshni</i> L.).....	30
Figura 4. Citrange C35 (<i>Poncirus trifoliata</i> x <i>C. sinensis</i>).....	31
Figura 5. a) Realización de orificio en el sustrato, b) colocación de la planta y c) tapado de la planta (ayudado por una estaca de madera para presionar mejor el suelo y así la planta tenga mejor anclaje).....	35
Figura 6. Toma datos de a) altura de la planta con ayuda de un estadal, b) número de brotes y c) diámetro de tallo en vivero.....	36
Figura 7. a) Penetrómetro de bolsillo; b) Procedimiento de la medición de resistencia.....	44
Figura 8. Inoculación de las plantas del portainjerto citrange C35 con <i>Glomus</i> Zac-19 al momento del transplante.....	46
Figura 9. Altura de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	51
Figura 10. Altura de las plantas en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.....	52
Figura 11. Diámetro de tallo en el mejor, peor tratamiento y testigo, desde los 90 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en el que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.....	57
Figura 12. Diámetro de tallo de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	58
Figura 13. Número de brotes laterales en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = vermicompost, PM = Peat moss. C35 (<i>Poncirus trifoliata</i> x <i>C. sinensis</i>).....	61
Figura 14. Tipos de raíces de los tres portainjetos. a) C35 (<i>Poncirus trifoliata</i> x <i>Citrus sinensis</i>), b) limón volkamerino y c) mandarino cleopatra.....	67
Figura 15. Peso de la materia fresca de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	69
Figura 16. Peso de la materia seca de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	72

Figura 17. Peso de materia fresca de las raíces de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	75
Figura 18. Peso de materia seca de las raíces de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	78
Figura 19. Valores del mejor y el peor tratamiento en relación al peso de materia seca de a raíz, además del testigo (TVR), promedio de tres fechas de muestreo. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.....	79
Figura 20. Área foliar de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	82
Figura 21. Tasa de crecimiento relativo de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	85
Figura 22. Índice de calidad de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.....	87
Figura 23. Altura de la planta en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 0 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.....	102
Figura 24. Promedios de las alturas del portainjerto de cítricos C35 inoculado con <i>G. Zac-19</i> y <i>G. intraradices</i> los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).....	103
Figura 25. Promedios del diámetro de tallo del portainjerto citrange C35 inoculado con <i>G. Zac-19</i> y <i>G. intraradices</i> los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).....	106
Figura 26. Crecimiento del diámetro de tallo en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 0 hasta los 270 ddt del portainjerto citrange C35. Las flechas indican el momento en el que las plantas presentaron diámetro adecuado para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.....	107
Figura 27. Número de brotes en el mejor, peor y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.....	110
Figura 28. Promedios del peso de la materia seca del portainjerto de cítricos C35 inoculado con <i>G. Zac-19</i> y <i>G. intraradices</i> los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).	116
Figura 29. Promedios del área foliar del portainjerto de cítricos C35 inoculado con <i>G. Zac-19</i> y <i>G. intraradices</i> los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).....	119

Figura 30. Promedios de la tasa de crecimiento relativo del portainjerto de cítricos C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).

121

I. INTRODUCCIÓN

En México, el 85% de las plantaciones comerciales de naranjo (*Citrus sinensis* L.), mandarina (*Citrus reticulata* blanco), pomelo (*Citrus paradisi*), lima persa (*Citrus latifolia* tanaka), y aproximadamente el 16% de la superficie establecida con lima ácida mexicana (*Citrus aurantifolia*), utilizan al naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) como portainjerto, esto representa entre el 85 y 90% de la citricultura nacional, el 10 al 15% restante de éstas especies están injertadas en portainjertos tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos (VTC). Tomando en cuenta que para el 2002 el VTC se había detectado en 18 estados productores, se puede considerar a la citricultura de nuestro país como de alto riesgo (Villegas y Curti, 2006).

En los países donde se ha presentado el VTC, una alternativa utilizada para hacer frente a este problema, es el uso de portainjertos tolerantes al complejo viral. Debido al efecto que el portainjerto tiene en la variedad es importante la elección correcta de éste ya que puede condicionar el éxito de la plantación, por que tiene influencia directa en productividad, precocidad, vigor, adaptación a diferentes tipos de suelo y clima (Gardiazabal y Rosenberg, 1991), y calidad del fruto (Castle, 1988, Mex, 1992; Carrau *et al*, 1993; Müller, 1993).

Para poder obtener portainjertos de cítricos que tengan buena respuesta a la injertación, deben considerarse diversos factores, entre ellos, el sustrato, que es fundamental en las características físicas, químicas y biológicas que afectan el crecimiento del sistema radical de la planta, por ende, el aprovechamiento de los nutrimentos hacia el portainjerto y variedad (Pastor, 1999; Hartmann *et al.*, 2002).

Para poder obtener portainjertos de mejor calidad, el sustrato en el que se desarrollen deben de tener características como: estructura y tamaño de partículas adecuado para favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas, tener drenaje eficiente, retención de

humedad, presencia de microorganismos fitopatógenos, tener porosidad total de 70 a 85% v/v; aireación, desde el punto de vista de la planta una condición óptima es aquella donde el intercambio gaseoso con la atmósfera es rápido. Tasas de intercambio por arriba de los $40 \cdot 10^4 \text{ g} \cdot \text{m}^2$ resultan suficientes para la mayoría de las especies cultivadas (Miller y Donahue, 1995; Nelson, 1998) y disponibilidad de agua (Di Benedetto *et al.*, 2000).

En la producción de portainjertos de cítricos en el estado de Veracruz, los viveristas utilizan en general “Tierra Vega de Río” (TVR), el cual es un sustrato regional, cada vez más escaso para el cual se están buscando alternativas para su sustitución o mejora. Su mayor limitante es que se compacta fácilmente, lo cual hace difícil el crecimiento del sistema radical de la planta y, problemas para la eficiente absorción de nutrimentos.

Por lo anterior, la presente investigación plantea la búsqueda de alternativas para sustituir la TVR o mejorar sus características con materiales orgánicos como: compost, vermicompost y peat moss y la inoculación micorrízica. Con el objetivo de promover el crecimiento de la planta y poder realizar la injertación en el menor tiempo posible..

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición de sustrato

Sanz *et al.*, (2003) lo definen como los distintos medios físicos, diferentes al suelo natural, en donde se desarrollan las raíces de los cultivos. Proporcionan un medio de reserva de agua y de aireación para las raíces. Algunos de los sustratos a diferencia del suelo, por sí mismos aportan pocos nutrientes, como es el caso del Peat Moss (PM). Es importante que tengan buenas propiedades físicas y químicas por ejemplo, capacidad de retención de agua, aireación, capacidad de intercambio catiónico, pH.

Por otra parte, Terres *et al.*, (1997) lo definen como todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, cumple el objetivo de soportar y anclar a la planta por medio de la raíz. Este material tiene la capacidad de suministrar de forma directa e indirecta los macro y micronutrientes a través de la raíz y, de ahí, hacia toda la planta.

2.2. Importancia de los sustratos

La calidad de los portainjertos de cítricos, así como otros cultivos que se producen en maceta depende, del tipo de sustrato que se utilice y, en particular, de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente ligados a las condiciones de aireación y contenido de agua, además de tener influencia directa en el suministro de nutrimentos necesarios para las especies que se desarrollen en él (Burés, 1997, 1999, De Miguel, 1999).

2.3. Los sustratos en la producción de plantas en vivero

El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta producida en vivero. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, compost, vermicompost, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los activos intervienen además en los procesos de adsorción y fijación de nutrientes (Abad, 1993a y b; Abad y Noguera, 1997; Alarcón *et al.*, 2001a, Bures, 1999b, Riviere y Caron, 2001, Mollitor *et al.*, 2004).

El sustrato es el soporte para la vida de la planta antes de llegar a la plantación definitiva. Sus funciones son entre otras, proporcionar un componente sólido, líquido y gaseoso, y debido a sus características químicas, físicas y biológicas, algunas veces también participa en el proceso de nutrición de la planta. La clave en la selección del sustrato para viveros esta en encontrar la mezcla que reúna las mejores características, de tal forma que al establecer la planta, sus requerimientos y atenciones sean mínimos (Di Benedetto, 2000).

2.4. Características de los sustratos de cultivo

Las características de los sustratos son:

Características físicas

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento (Dalzell *et al.*, 1991; Ansorena, 1994; Abad y Noguera, 1997). Algunas de las más importantes y utilizadas son: densidad real y aparente, distribución granulométrica, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución de tamaños de poros y estabilidad estructural.

Características químicas

Estas características vienen definidas por la composición elemental de los materiales; de tal forma que éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo (Dalzell *et al.*, 1991; Ansorena, 1994; Abad y Noguera, 1997). Entre las características químicas de los sustratos destacan: capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón o amortiguadora de pH y contenido de nutrientes.

Características biológicas

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999a). Entre las características biológicas destacan: contenido de materia orgánica y estado y velocidad de descomposición de ésta.

Algunas actividades biológicas en los sustratos pueden ser perjudiciales. Ya que los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radical. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo es demasiado rápido. Otras actividades biológicas como la presencia de hongos micorrizicos y fijadores de nitrógeno pueden ayudar a la liberación de nutrientes así como la absorción de los mismos (Graham *et al.*, 1996; Podila y Druds, 2001; Kurle y Pleger, 1994; Stutz y Morton, 1996).

Una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al “sustrato ideal”. Ante la pregunta, de si existe un sustrato ideal universal, la respuesta es “no”; el sustrato adecuado para cada caso dependerá de numerosos

factores: tipo de planta, fase del proceso productivo en el que se interviene, condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato (Ansorena, 1994; Abad y Noguera, 1997; Alarcón *et al.*, 2001a). Aún cuando es imposible tener un sustrato ideal, sí que puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener, como son: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible (el agua es el vehículo de los nutrientes), alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorable en la nutrición de las plantas, pH ligeramente ácido, entre 5 y 6, elevada aireación. baja densidad aparente, elevada porosidad que permita la difusión de gases (principalmente O₂ y CO₂) y agua en el sustrato y la planta, baja salinidad, elevada capacidad tampón o amortiguadora del pH, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado, desinfección, uniformidad, densidad, estabilidad de dimensiones, durabilidad, fácil mezclado y llenado de envase y capacidad de rehumedecimiento, etc.), libre de plagas y enfermedades, estructura adecuada (buen soporte físico), continua disponibilidad y proveer nutrientes, especialmente cuando la planta va a permanecer largo tiempo en vivero. Todas estas características se deben definir tomando en cuenta el tipo de planta y el esquema de producción en vivero.

Otras formas características importantes en lo que se refiere a sustratos son:

Velocidad de descomposición de la materia orgánica: La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición (Vinceslas-Akpa y Loquet, 1997).

Efectos de los productos de descomposición: Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa (Vinceslas-Akpa y Loquet, 1997).

Actividad reguladora del crecimiento: Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo (Llurba, 1997, Fernández *et al.*, 1998).

2.5. Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

2.5.1. Según sus propiedades

Las diferencias entre los sustratos químicamente inertes y activos son que ambos vienen determinados por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no intervienen en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante (Bures, 1999b; Riviere y Caron, 2001).

Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización. almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

2.5.2. Origen de los materiales

2.5.2.1. Materiales orgánicos

De origen natural.- Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).

De síntesis.- Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.) (Lee, 1995; Santamaría y Ferrera-Cerrato, 1996; Pastor, 1999; Alarcón *et al.*, 2001b).

2.5.2.2. Materiales inorgánicos o minerales

De origen natural.- Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.) (Pastor, 1999). Transformados o tratados.- A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.) (Pastor, 1999). Residuos y subproductos industriales.- Comprende los materiales procedentes de distintas actividades industriales (Urrestarazu, 1997, Pastor, 1999).

2.6. Descripción general de algunos sustratos naturales

Peat moss (PM): Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen mayor contenido de materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas y tienen menor contenido de materia orgánica (Ansorena, 1994).

Es más frecuente el uso de turbas rubias, debido a que las negras tienen aireación deficiente y contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen la capacidad de retener agua y tener buena aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen (Cuadro 1). La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal. Estas presentan pH que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplean en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros (Fernández *et al.*, 1998; Cabrera, 1999).

En nuestro país, actualmente se usa PM y tierra de monte, para la elaboración de sustratos utilizados en la germinación y producción de diversos cultivos; ya sea en vivero o en invernadero (García *et al.*, 2001).

Cuadro 1. Propiedades físicas del peat moss.

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (g cm^{-3})	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real (g cm^{-3})	1,35	1,65 - 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua (g 100 gr m.s^{-1})	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
C.I.C. (meq 100 g^{-1})	110 - 130	250 o más

Fuente: Fernández *et al.*, 1998.

Compost (COMP): Es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono excelente para la agricultura (Canovas, 1993; Lee, 1995; Bollo; 1999; Santamaría y Ferrera-Cerrato; 1996; Varnero, 2001).

La COMP se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, en condiciones controladas y ausencia de suelo. La compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Santamaría y Ferrera-Cerrato, 1997; Pinto, 2001).

La COMP mejora las propiedades físicas del suelo, debido a que la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua (Stamatiadis *et al.*, 1999; Bulluck *et al.*, 2002).

Este material también mejora las propiedades químicas ya que aumenta el contenido en macronutrientes y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos (Bollo, 1999). De igual forma, mejora la actividad biológica del suelo siendo que actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo (Eastman *et al.*, 2001).

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de: restos de cosechas (pueden emplearse para hacer compost o como acolchado). Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos o tubérculos son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc son menos ricos en

nitrógeno (Santamaría y Ferrera-Cerrato, 1997); abonos verdes (restos de césped, malas hierbas, etc.); ramas de poda de los frutales (es preciso triturarlas antes de su incorporación a la compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga); hojas (pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales); restos urbanos (se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.); estiércol animal (destaca el estiércol bovino, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina, estiércol de caballo y de oveja); complementos minerales (son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo); plantas marinas (anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos (Fe, Cr, Cu, I, Mg, Se, Zn, Co, Ni) y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés) (www.infogym.fr/webspa/txtoligoelements1.htm); algas (también pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de COMP) (Porta *et al.*, 1994; Korboulewsky, 2002; Raviv *et al.*, 2002).

Según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de COMP:

COMP maduro.- Es aquel que está descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene valor fertilizante menos elevado que el COMP joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros. COMP joven.- Está poco descompuesto y

se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de COMP (papa, maíz, tomate, pepino o calabaza) (Butler *et al.*, 2001; Kapanen y Itavaara, 2001).

La elaboración de COMP está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, lo que dificulta la implantación del cultivo siguiente inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, en este caso se podría utilizar el método de cero labranza y sembrar un cultivo que pueda desarrollarse mediante esta tecnología (Graves, 2000; Wu *et al.*, 2000).

Muchas veces la capa de material orgánico presenta diversos residuos celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo, ya que la degradación del material orgánico que se dejó de la cosecha pasada se degradará de manera muy lenta por la composición del material, así también la población microbiana presente degradará muy lento los residuos, ya que existe poca dinámica microbiana por las condiciones que imperan (Hansen *et al.*, 1993).

Vermicompost (VC). El proceso de vermicompostaje es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz (*Eisenia andrei* y/o *Eisenia foetida*), como herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo humus, carne y harina de lombriz (Wong y Griffiths, 1991; Bansal y Kappor, 2000). Se trata de una actividad, que permite mejorar los sistemas de producción agrícola (Aguirre, 1985).

Este proceso está en expansión, y en el futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos en las zonas rurales. El VC es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción (Martínez, 1995). Por otra parte, su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona la rápida asimilación por las raíces (Corlay *et al.*, 1999).

Produce aumento en la altura de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos. El VC contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino (Bohlen y Edwards, 1995).

En el Cuadro 2 se muestra los valores de la producción de VC; siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere diariamente lo que pesa y excreta 60% en forma de humus (0.6 gramos).

El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con olor agradable a mantillo de bosque. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y defecada, por otras lombrices. Por lo tanto el humus presentará una gran cantidad de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de precomposteo (Paul y Clarck, 1996).

El humus de lombriz posee de 2×10^{10} microorganismos g^{-1} de material seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nemátodos, sobre todo contiene hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, que estimulan el crecimiento y las

Cuadro 2. Producción de vermicompots en relación a tiempo.

Mes	3	6	9	12
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Población inicial de lombrices	Generación	Generación	Generación	Generación
1000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
Lombrices 1 kg	10	100	1.000	10.000
Alimento 1 kg día ⁻¹	10	100	1.000	10.000
Vermicompost 0.6 kg día ⁻¹	6	60	600	6.000
Proteína 0.04 kg día ⁻¹	0.4	4	40	400

Fuente: (Fernández *et al.*, 1998).

funciones vitales de las plantas. El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro) (Ghosh *et al.*, 1999; Whalen, 1999; Ndegwa y Thompson, 2000).

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción. El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas, las cuales son un elemento útil en el desarrollo de los portainjertos de cítricos (Ferrera y González, 1997,1998).

La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro. El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radical, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%) (Soto, 2001). Su composición se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición del humus de lombriz, resultante del proceso de vermicompostaje.

Humedad	30-60%
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

Fuente: Fernández *et al.*, 1998.

2.7. Problemática del uso de sustratos en la actividad viverística

A nivel práctico existen varios aspectos que conviene tener en cuenta respecto de la utilización de sustratos, ya que pueden condicionar de manera decisiva el éxito o fracaso de su utilización.

Estos aspectos son los siguientes:

Manejo: La experiencia dentro de los viveros que utilizan los sustratos como medio de cultivo, demuestra que el propio manejo del sustrato es una de las claves del éxito en la explotación. Es el correcto manejo del sustrato, sobre todo respecto de la aplicación del agua, la que abre la puerta de una producción adecuada. Un buen sustrato (desde el punto de vista físico y químico) puede comportarse de manera deficiente si no se maneja adecuadamente; mientras que un sustrato inadecuado (lógicamente mantendrá limitaciones respecto de sus propiedades físicas y químicas) puede obtener producciones elevadas si su manejo es el adecuado (Pastor, 1999; Armstrong y McIntyre, 2000)

Lo anterior requiere que el viverista conozca las características del sustrato, si quiere optimizar su utilización; esto también exige a que se produzca el mantenimiento de las propiedades que el sustrato suministra al proveedor a través del tiempo (Pastor, 1999)

El precio del sustrato ha de ser accesible y lo más económico posible. Como es lógico, el precio acostumbra a ser elevado para aquellos materiales cuyos centros de extracción natural están ubicados a distancias alejadas del lugar donde van a ser consumidos (Nelson, 1998; Pastor, 1999). Esto está abriendo nuevas expectativas a materiales nativos que hasta hace poco tiempo no eran considerados. Además, actualmente la mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables está afectando también a las mezclas de los materiales que pueden formar un determinado sustrato. En este sentido, están apareciendo en el mercado materiales “ecológicamente correctos”, como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables o reciclables. Los nuevos tiempos están haciendo que todos estos materiales alternativos estén siendo cada vez más atractivos para poder ser incluidos en la dinámica productiva de las explotaciones, tanto solos (si sus características se lo permiten), como mezclándolos con materiales tradicionales. Es aquí donde la investigación juega un papel importante a la hora de estudiar y ensayar las mezclas (Burés, 1997).

Finalidad: Se conoce que las características de los sustratos han de ser diferentes en función de su finalidad; por ejemplo, si va destinado a unos semilleros se requiere un sustrato de fácil manejo, con el mínimo de perturbación para las raíces, de textura fina y elevada retención de agua para mantener humedad constante, escasa capacidad de nutrición y baja salinidad. Características diferentes deberían de tener los sustratos destinados al enraizamiento de estacas o al crecimiento de plantas (Nicolas y Roche, 1988).

El uso de el sustrato o mezcla de sustratos se verá reflejado en la calidad de las plantas de cítricos desarrolladas en vivero, que depende de diferentes variables. Debido a lo anterior

es necesario realizar la caracterización y selección previa de las propiedades físicas más adecuadas del sustrato, ya que si éstas características son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar una vez que se han establecido las plantas (Cabrera, 1999). De esta manera se demuestra que el manejo del sustrato es una de las claves para obtener elevadas producciones de plantas de calidad (Pastor *et al.*, 2002; Savé *et al.*, 2002). Lo anterior es de vital importancia para el desarrollo de portainjertos de cítricos, donde las características principales son la altura y el diámetro de tallo, este último es el que definirá el tiempo en que la planta pueda ser injertada. Cituk (1994), trabajo en condiciones de invernadero, con portainjertos resistentes al VTC, obtuvo resultados en relación a altura para Citranges Carrizo y Troyer de 63.23 y 46.87 cm respectivamente y en relación a diámetro de tallo obtuvo grosor de tallo de 0.81 y 0.73 a los 192 días después del trasplante (ddt). De la misma manera Nava *et al.*, (1996) con los mismos portainjertos tuvieron valores de 69.3 y 75.9 cm de altura y de 0.62 y 0.76 cm de diámetro de la planta a los 182 ddt.

Reyes y Ruíz 1984, realizaron un experimento donde la medición de la altura se hizo con cinta métrica y el diámetro del tronco se midió con Vernier a 30 cm de altura. Se estableció como meta para realizar la injertación 0.55 cm de diámetro del tallo. Por lo tanto en los trabajos de Cituk (1994) y Nava *et al.*, (1996), el diámetro de tallo que obtuvieron fue el idóneo para realizar la injertación. Praloran (1977) considero que cuando las plantulas adquieren un diámetro de tallo de 0.8 cm a 30 cm del suelo en zonas subtropicales y a 80 en la zona tropical húmeda, podría ser injertadas las plantas. Así también Alvarez (1984) menciona que para ser injertadas las plantas el diámetro debería ser de 0.80 cm pero esto a una altura de 40 a 50 cm del suelo. Ovando (1993) reduce el diámetro a 0.60 cm a una altura de entre 30 y 60 cm del suelo. Basurto (1998) menciona que en el vivero que se localiza en Cazones, Veracruz, la injertación se realizó cuando la planta tiene 0.7 cm de diámetro a una altura de entre 50 y 60 cm.

Por lo tanto el sustrato en el que las plantas son cultivadas en el vivero es un elemento esencial para potenciar el sistema radical, dotándolo sobre todo, de nutrientes, agua y capacidad de almacenamiento y movilización de reservas por el momento del establecimiento de las plantas en campo (Pastor *et al.*, 2002). De esta manera, la proporción entre el tamaño de la parte aérea y la radical, el peso del sistema radical seco y la cantidad de carbohidratos acumulados son algunos de los atributos morfológicos y fisiológicos de calidad que proporcionan mas información sobre la posible respuesta de la planta al establecimiento y así también para la injertación (Burdett, 1990; Puttonen, 1997; South y Mitchell, 1999).

Pese la indudable importancia del tipo de sustrato utilizado durante la fase de desarrollo en vivero en la calidad de las plantas de especies tanto forestales como citricolas destinadas para repoblación y comercialización respectivamente, la información es todavía escasa para la mayoría de las especies en relación a la utilización de sustratos y mezclas de los mismos (Peñuelas y Cardoso, 1993; Valdecantos, 2001).

2.8. Simbiosis micorrizica arbuscular

2.8.1. Simbiosis micorrizica arbuscular en vivero

El desarrollo de los hongos micorrízico arbusculares (HMA) toma lugar entre o dentro de las células corticales de la raíz, en donde los nutrientes absorbidos por los hongos del suelo son translocados al hospedero y los fotosintatos y sus derivados son extraídos de los tejidos hospederos por el hongo. La hifa del hongo se extiende por el suelo y su función es como extensión del sistema radical, esta es fisiológicamente mas activa para la absorción que las raíces, ya que tiene mayor volumen de exploración (Trappe, 1981; Morton y Bentivenga, 1994).

Para que la infección se inicie depende del crecimiento de la hifa de un propágulo. Cuando los propágulos son esporas, entonces el tiempo de la infección en diferentes especies varía. Existen varios factores para que se lleve a cabo la infección como: competencia de los

microorganismos por nutrientes, antibióticos, parasitismo, condiciones químicas y físicas adversas del suelo (Abbott y Robson, 1982; Abott y Gazey, 1991; Molina *et al.*, 2005).

Alarcón y Ferrera (1996), reportan que el beneficio de los hongos no sólo se debe al establecimiento de los hongos en el sistema radical, sino que también intervienen diversos factores edáficos y ambientales e incluso de manejo de los agroecosistemas, que interactúan potencializando la capacidad del hongo para compensar o superar las funciones de la raíz en la absorción de nutrimentos y agua.

La disminución de la exudación radical es un factor que infiere en la inhibición de la formación de micorriza arbuscular (HMA). Graham (1982) menciona que los exudados radicales son requeridos para la germinación de las esporas de los HMA'S y el desarrollo de la hifa durante la pre y postpenetración de la raíz. Para que exista buena respuesta a la germinación dependerá de que tan cerca esté la espora en relación a la raíz, además de la cantidad de metabolitos exudados por la misma. Cabe destacar que los metabolitos radicales que se requieren para estimular la germinación de esporas no son específicos y son producidos por diferentes tipos de plantas no relacionadas. En el mismo experimento se utilizó el patrón "citrange troyer" y el pasto Sudán que es una monocotiledónea, herbácea anual, en este caso se demostró que los exudados radicales no son específicos y estimulan indistintamente la germinación de esporas de HMA (Graham, 1986; Graham *et al.*, 1982, 1996).

De esta manera, no se puede pasar por alto el uso de éstos endófitos en la actividad viverística. Cabe mencionar que deben de seguirse varios pasos para poder tener el mejor aprovechamiento de los endófitos hacia la planta entre los cuales están: la esterilización del sustrato, uso de materiales o sustratos idóneos para el tipo de planta, la utilización de fórmulas de fertilización, y por último, la utilización de HMA que sean compatibles con el

tipo de planta o cultivo a producir (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999; Gonzalez-Chavez *et al.*, 2000; Alarcón, *et al.*, 1998; 2001; Alarcón *et al.*, 2003).

Los vehículos para que pueda haber infección por HMA son esporas, vesículas e hifas en residuos de raíces y suelo previamente inoculado (Ferrera-Cerrato y González-Chávez, 1998; Bago *et al.*, 2000; Sempere y Santamarina, 2001; Troeh y Loynachan. 2003). El proceso de infección se lleva en varias etapas en donde la primera es el contacto entre el propágulo y la raíz de la planta hospedera, de esta manera comienza la formación de un apresorio seguido por la penetración a través de o entre las células epidérmicas o por la penetración directa sin la formación de un apresorio, la penetración también puede realizarse por hifas que recorren la superficie de las raíces formando un haustorio, que es un órgano intracelular de absorción que se origina en una hifa de un parásito y que penetra en una célula del huésped. Tiene forma globosa y está en estrecho contacto con la membrana celular invaginada de la célula huésped; en las plantas parásitas vasculares, órgano especializado de la raíz que penetra en los tejidos vivos del huésped y absorbe las sustancias nutritivas. En los embriones, órgano que sirve para digerir y absorber sustancias de reserva del endospermo y trasladarlas hacia el embrión (<http://www.definicion.org/haustorio>).

En algunos estudios se ha demostrado que la penetración de los HMA'S no es completamente física (Raddattz, 2002). Sino que los hongos producen enzimas que disminuyen la estructura fibrilar de la pared celular de la raíz de la planta (Brown y King, 1982).

Para facilitar la penetración de los HMA'S hacia la raíz estos producen compuestos que incrementan la permeabilidad de las membranas celulares de la raíz, lo que conlleva a aumentar al porcentaje de exudados radicales, los cuales estimulan el crecimiento de las hifas en la rizosfera. Una vez que se llevó a cabo lo anterior, el desarrollo fúngico se restringe solo a la corteza, dado que las hifas nunca penetran la endodermis, tejidos vasculares, meristemas,

tejidos clorofílicos, partes viejas de la raíz, o en sistemas especializados de órganos vivos (Azcon y Barea, 1985).

2.8.2. Dependencia de los HMA

El grado al cual una planta es dependiente a la condición micorrízica para producir su máximo crecimiento o un nivel dado de fertilidad del suelo se le denomina dependencia micorrízica. En este caso los pelos radicales indican el grado de dependencia si hay presencia de pelos radicales largos, indica que hay bajo grado (Bonilla *et al.*, 2002).

La dependencia micorrízica puede cuantificarse en forma numérica mediante la expresión del peso seco de una planta micorrizada, con respecto al de una planta no micorrizada, a un nivel dado de fertilidad del suelo. Existen varios factores que pueden alterar la dependencia micorrízica entre los cuales podemos mencionar: el tipo de suelo, fósforo en el suelo, especie micorrízica y muchas otras variables físicas, químicas y biológicas. De esta forma, se pueden comparar diferentes especies de plantas entre ellas los cítricos, desarrollándose en diferentes suelos, niveles de fertilidad en especial fósforo disponible (Bolan, 1991; Shaobing *et al.*, 1993; Miyasaka y Habte, 2003).

Se probaron varias especies de plantas tropicales para analizar el grado de dependencia micorrízica, y se encontró que la mayoría de las especies mejoró su crecimiento en condiciones de micorrización. En dicha investigación se pudo concluir que algunas especies pueden desarrollarse sin presencia de micorriza, así también que no podrían sobrevivir sin micorriza. En varias especies de plantas tropicales se ha encontrado dependencia entre micorriza y planta entre las cuales podemos mencionar a los cítricos, café, caña de azúcar, palma de aceite y papaya, entre otras (Abbott y Robson, 1982).

Desde hace varios años ha crecido el interés por conocer los beneficios que traen los HMA en el desarrollo de los cítricos. Así como también conocer el proceso de infección de

éstos hacia la planta. Por lo tanto, se han realizado varios estudios para encontrar respuesta a estas interrogantes. Algunos investigadores encontraron alta dependencia por parte de los cítricos a la HMA, dado que esta estimula el desarrollo de las plantas, en varios de los experimentos partían en producir plantas de cítricos en suelos previamente fumigados, teniendo como referencia la nula existencia de HMA, y obteniendo plantas cloróticas y achaparradas en relación con las que fueron inoculadas con HMA (Antunes y Cardoso, 1991).

En investigaciones que se realizaron en huertas productoras de cítricos se encontró que de 79 plantas muestreadas, en 78 había presencia de HMA. Encontrándose en mayor cantidad la presencia del genero *Glomus*. Además, se encontró relación entre las células de la raíz y los HMA, los cuales varían con la estación cuando las muestras sean tomadas y con la etapa fisiológica del árbol (Nemec *et al.*, 1981).

2.8.3. Factores que afectan el establecimiento de los HMA

Existen diferentes factores que afectan el establecimiento de la HMA. Entre los que favorecen el crecimiento de la planta hospedera y que también optimizan la infección micorrízica y la esporulación, se encuentra la temperatura del suelo, dado que altas temperaturas (20 a 25°C) del suelo por lo general favorecen la infección y esporulación, así como bajas temperaturas (5 a 10°C) pueden favorecer la formación de arbusculos (Lambert, 1980). Koske (1981) determinó que la temperatura de germinación de las esporas de *Endogonaceae* esta entre los 20 y 30°C, también la humedad del suelo y en menor grado el pH influyen en la germinación de esporas de *Glomus epigaeus*; su máxima germinación ocurre cuando la humedad es superior a capacidad de campo y la temperatura se encuentra entre 18 y 25°C y el pH entre 6 a 8. Además de estos factores podemos sumar la concentración de metales pesados, los cuales influyen en la germinación de esporas de HMA.

Los suelos ácidos no son propicios para la propagación de los HMA (Heinemeyer y Fitter, 2004; Gpey, 2004; Liu *et al.*, 2004; Ruotsalainen y Kytöviita, 2004; Gavito *et al.*, 2003, 2005).

Otro factor importante para que ocurra la infección de los HMA es la presencia de oxígeno en el suelo, lo cual influencia cuantitativamente y cualitativamente por las diferentes concentraciones del mismo en el suelo. El siguiente factor es la cantidad de agua, en donde baja cantidad de agua produce estrés hídrico, que se puede reducir la germinación de las esporas o el crecimiento de la hifa del suelo, pero eso dependerá de la especie del HMA. Los cambios en la fertilidad del suelo, debido a la adición de fertilizantes ya sean minerales u orgánicos pueden provocar la disminución de la infección y población de los HMA. Ya que la presencia de elementos como el N, P, Zn y Cu, en aplicaciones prolongadas, reducen la formación de esporas y la dependencia de la planta a la simbiosis. Y si los niveles de P son bajos se estimula la germinación de esporas y aumenta la presencia de hifas, y de esta manera se aprovechará al máximo el P disponible para la planta (Manjarrez *et al.*, 2000; Augé, 2001; Guadarrama *et al.*, 2004; Ramos y Guadarrama, 2004).

2.8.4. Los portainjertos y los HMA

El empleo de un solo portainjerto para todas las variedades de especies de cítricos, probablemente no permita atender a las características inherentes a cada variedad, impidiendo que las plantas manifiesten todo su potencial productivo. Además, hay que tener en cuenta los problemas fitosanitarios, que se causan por el uso de un solo portainjerto. Y por lo tanto, la diversificación de portainjertos es una medida necesaria cuando se considera la expansión de la citricultura (Armstrong, 2000). Entre las características que se tienen en cuenta para seleccionar un buen portainjerto, se encuentran: la facilidad de multiplicación y cultivo en el vivero, así como la homogeneidad que es importante pues facilita su manejo tanto en el

vivero como también en plantas en producción (Amoros, 1989; Loussert, 1992). Así también, los portainjertos tendrán diferentes propósitos en la producción los cuales son: reducción del período improductivo del árbol, esto se logra injertando yemas maduras que provengan de árboles en producción; tolerancia a diversos factores adversos del suelo, factores bióticos y abióticos; mejorar el desarrollo y resistencia del árbol y de la raíz (Torres *et al.*, 1986; Armadans, 2000).

Una innovación tecnológica en la producción de portainjertos de cítricos tolerantes al virus de la tristeza (VTC) es la inoculación de HMA para lograr la rápida producción de planta de excelente calidad y con capacidad para tolerar condiciones adversas de suelo y clima al plantarlas en los sitios definitivos (Padrón y Rocha, 1993).

Un estudio realizado por SAGARPA (2002), en donde su principal objetivo fue reducir el tiempo en vivero con la aplicación de *Glomus clarisodes*, el incremento en variables como altura, diámetro de tallo, área foliar y volumen radical fue de 100, 40, 100 y 50 % respectivamente. Y por ende redujeron el tiempo de estadio en vivero y de injertación. Antunes y Cardoso (1991) reportaron por primera vez la asociación entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y cítricos, en la actualidad infinidad de investigadores han desarrollado trabajos relacionadas con este fenómeno biológico, y se han enfocado principalmente la calidad y supervivencia de la planta en vivero (González-Chávez *et al.*, 1998, Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999). Qiang-Sheng y Ren-Xue, 2006, mencionan que hay respuesta positiva en la altura y el diámetro de tallo al utilizar HMA en el establecimiento y producción de plantas de cítricos en vivero. Berta *et al.*, (1993) mencionaron que los HMA colonizan las raíces de las plantas de cítricos y provocan cambios beneficios en el sistema radical, entre ellos la absorción nutrimental para la planta y por ende el desarrollo de la parte aérea es mayor.

Una de las variables que es afectada por la inoculación micorrízica es la tasa de crecimiento relativo, en donde Wagner *et al.*, 2002, estudiaron diferentes portainjertos de cítricos y encontraron que los HMA aceleran la tasa de crecimiento relativo. En consecuencia se acorta el tiempo para la injertación de las plantas. Por lo anterior, es importante mencionar que existe también una relación entre planta-HMA-sustratos, como lo demostró Reyes (2000) que usó suelo agrícola y se favoreció el engrosamiento de plantas de aguacate inoculadas con *Glomus* Zac-19 en forma más eficiente que usando suelo forestal. De esta manera podemos mencionar que el uso de materiales orgánicos en la producción de portainjertos de cítricos, beneficiaría en el desarrollo radical y parte aérea, acortando los tiempos de espera para la injertación.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Objetivo general de la fase 1

- Reducir el tiempo para la injertación de tres portainjertos, con el uso de sustratos.

3.1.1. Objetivos específicos de la Fase 1.

- Evaluar las mezclas entre la tierra vega de río y los tres materiales orgánicos en la producción de tres portainjertos de cítricos.
- Caracterizar física, química y biológicamente las mezclas a utilizar.

3.2. Objetivo general de la Fase 2.

- Reducir el tiempo para la injertación del portainjerto citrange C35, con el uso de mezclas y la inoculación con hongos micorrízico arbusculares.

3.2.1. Objetivos específicos de la Fase 2.

- Evaluar las mezclas entre la tierra vega de río y los tres materiales orgánicos para la producción de citrange C35 en vivero, inoculado con hongos micorrízico arbusculares.
- Caracterizar el desarrollo del portainjerto citrange C35 inoculado con hongos micorrízico arbusculares.

3.3. Hipótesis general de la Fase 1.

- La adición de los materiales orgánicos mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra vega de río en la producción de portainjertos de cítricos.

3.3.1. Hipótesis Específicas de la Fase 1.

- Las mezclas de la tierra vega de río y los tres materiales orgánicos incrementan el desarrollo de las plantas en los tres portainjertos.
- La utilización de las mezclas de tierra vega de río y los tres materiales orgánicos disminuyen el período de tiempo para la injertación.

3.4. Hipótesis general de la Fase 2.

- El uso de mezclas y la inoculación de hongos micorrízico arbusculares incrementan la altura y diámetro de tallo de las plantas del portainjerto citrange C35.

3.4.1. Hipótesis Específicas de la Fase 2.

- Con la inoculación de hongos micorrízico arbusculares se incrementa el desarrollo del portainjerto citrange C35.
- La utilización de tierra vega de río, materiales orgánicos y la inoculación con hongos micorrízico arbusculares disminuyen el tiempo para la injertación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del área de trabajo

Este trabajo se desarrolló en Cazonos, que se localiza en la zona norte del Estado de Veracruz, en las coordenadas 20° 42' latitud norte y 97° 18' longitud oeste, 10 m de altura. Limita al norte con Tuxpan, al este con el Golfo de México, al sur con Papantla, al suroeste con Poza Rica de Hidalgo y al oeste con Tihuatlán; Se encuentra regado por el río Cazonos, que nace en la sierra de Huauchinango y desemboca en el Golfo de México, formando la Barra de Cazonos. El municipio se encuentra ubicado en el sureste de la región Huasteca. Su clima es Aw¹(e) tropical (Subhúmedo con lluvias en verano) con temperatura promedio de 25°C, su precipitación media anual es de 1,200 mm, que se distribuyen de manera irregular en dos estaciones lluviosas, teniendo como factores de esta separación una temporada corta y seca en verano, y una larga y fría en invierno (Figura 1, García, 1973).

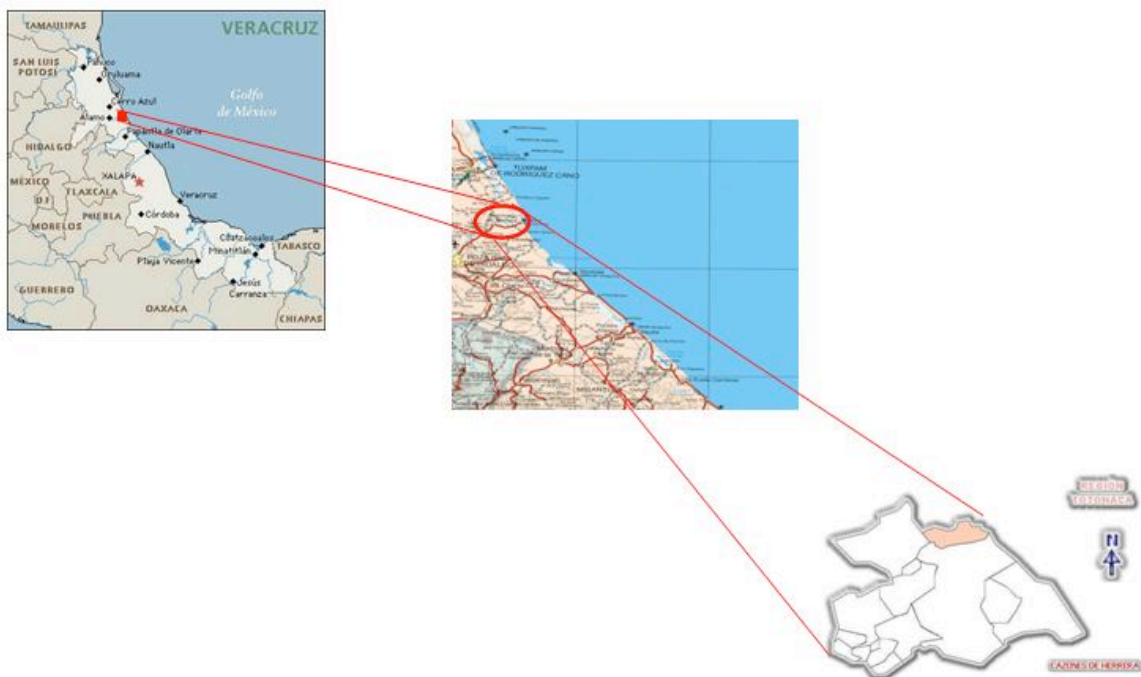


Figura 1. Localización del área de trabajo, Cazonos, Veracruz, México.
(Fuente: <http://www.guiaroji.com.mx>)

4.2. Cítricos a evaluar

Limón volkameriano (*Citrus volkameriana* L. Tan. & Pasq.)

Es un portainjerto de comportamiento algo parecido al limón Rugoso, es muy productivo pero induce demasiado vigor a las variedades, lo cual no es una condición deseable actualmente. No induce buena calidad de fruta en naranjo, pero si en limón mexicano y persa. Es tolerante a gomosis, tristeza, exocortis, mal seco, *Phytophthora parasitica*, *Alaternaria citri* y a suelos calizos (Saunt, 1990). Tiene buen comportamiento en vivero y da lugar a plantas uniformes con tallos rectos, con buen vigor y precosidad para entrar en producción (Jiménez, 1987). Es poco tolerante al efecto de herbicidas y crece muy rapido en climas cálidos (Castle, 1987). Así mismo, tiene porte de hábito más abierto (menos redondeado, que el naranjo). Presenta espinas cortas y fuertes. Sus hojas no tienen alas y desprenden olor a limón. Las flores con solitarias o en pequeños racimos. Floración más o menos continua, ya que es el cítrico más tropical junto al pomelo, por lo que se puede jugar con los riegos para mantener el fruto en el árbol hasta el verano, ya que es la época de mayor rentabilidad. Por último el fruto es hesperidio (Figura 2). (Saunt, 1990). Actualmente, es uno de los portainjertos más utilizados en el estado de Veracruz. Comunicación personal con el Dr. Angel Villegas Monter.



Figura 2. Limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* L. Tan. & Pasq.).

Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* L.)

Los frutos de este portainjerto maduran hacia entre enero y febrero en Cazonez, Ver., son de tamaño chico, de cáscara rojiza, pulpa semi dulce, con unas 15 semillas pequeñas y lisas, así también tienen un alto porcentaje de poliembrionía (en promedio 4.7 embriones por semilla) (Andrade *et al.*, 2005; Villegas y Andrade, 2005). En 1 kg existen aproximadamente 14,000 semillas. En almácigos presenta alrededor del 20% de plantulas fuera de tipo. Generalmente es de lento crecimiento en vivero. Es medianamente tolerante al frío y a la gomosis. Es más atacado por pulgones que otros portainjertos. Es tolerante a la sequía y a los virus de la tristeza, psorosis, exocortis y xiloporosis. Decae cuando los virus de la exocortis y xiloporosis lo atacan juntos. Se adapta a distintos tipos de suelos, desde los arenosos a los medianamente pesados, profundos y bien drenados. Tiene porte menor que el naranjo y algo más redondeado, la raíz es sólida, blanca y, en condiciones de cultivo, posee gran cantidad de pelos radicales, las hojas son unifoliadas y de nerviación reticulada, con alas rudimentarias pequeñas, las flores son solitarias o en grupos de 3 ó 4, y su fruto es llamado hesperidio. Existen variedades con muchas semillas (Figura 3) (Castle 1987, 1988; Jiménez, 1987; Saunt, 1990).



Figura 3. Mandarina cleopatra (*Citrus reshni* L.).

Citrango C35 (*Poncirus trifoliata* x *C. sinensis*)

Las plantas de este portainjerto poseen hojas trifoliadas y caducas, ramas con espinas grandes y fuertes. Los frutos maduran a mediados del otoño, son de tamaño chico y poseen aproximadamente 40 semillas. En 1 kg existen alrededor de 6,000 semillas. En almácigos presenta alrededor del 10% de plantulas fuera de tipo. No presenta mayores dificultades en almácigos y vivero. Es muy resistente al frío, es resistente a gomosis, tristeza y xiloporosis. En combinación con naranjas es susceptible al "declinamiento" en zonas de clima caliente y suelos arenosos. Se adapta a suelos ricos, franco a franco arenosos y no a suelos ligeramente arenosos ni calcáreos (Figura 4) (Castle 1987, 1988; Jiménez, 1987; Saunt, 1990).



Figura 4. Citrange C35 (*Poncirus trifoliata* x *C. sinensis*).

4.3. Fase 1: Uso de diez mezclas en la producción de tres portainjertos de cítricos en vivero.

4.3.1 Germinación de la semilla

El sustrato utilizado para la germinación fue tierra vega de río (TVR), en el cual se sembraron los portainjertos: mandarino cleopatra (*Citrus reshni*), limón volkameriano (*C. volkameriana*) y citrange C35 (*Poncirus trifoliata* x *C. sinensis*). Las cuales se obtuvieron de un huerto productor de semillas, certificado, que se localiza en el área de estudio. El tiempo de germinación fue de 3 a 4 meses.

4.3.2. Diseño de los tratamientos

Una vez concluida la germinación se procedió a realizar el llenado de las bolsas para el transplante con los siguientes tratamientos que se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Diseño de los tratamientos fase 1.

Tratamiento	Mezcla (%)				Portainjerto		
	Compost	Vermicompost	Peat moss	Tierra vega de río	Citrango C35	Limón volkameriano	Mandarino cleopatra
1C	12.5	-	-	87.5	√	-	-
1C	12.5	-	-	87.5	-	√	-
1C	12.5	-	-	87.5	-	-	√
2C	25	-	-	75	√	-	-
2C	25	-	-	75	-	√	-
2C	25	-	-	75	-	-	√
3C	50	-	-	50	√	-	-
3C	50	-	-	50	-	√	-
3C	50	-	-	50	-	-	√
4V	-	12.5	-	87.5	√	-	-
4V	-	12.5	-	87.5	-	√	-
4V	-	12.5	-	87.5	-	-	√
5V	-	25	-	75	√	-	-
5V	-	25	-	75	-	√	-
5V	-	25	-	75	-	-	√
6V	-	50	-	50	√	-	-
6V	-	50	-	50	-	√	-
6V	-	50	-	50	-	-	√
7P	-	-	12.5	87.5	√	-	-
7P	-	-	12.5	87.5	-	√	-
7P	-	-	12.5	87.5	-	-	√
8P	-	-	25	75	√	-	-
8P	-	-	25	75	-	√	-
8P	-	-	25	75	-	-	√
9P	-	-	50	50	√	-	-
9P	-	-	50	50	-	√	-
9P	-	-	50	50	-	-	√
10T	-	-	-	100	√	-	-
10T	-	-	-	10	-	√	-
10 T	-	-	-	100	-	-	√

De cada una de las mezclas y el testigo se tomó una muestra para su análisis físico y químico. El cual posteriormente se describirá.

4.3.3. Transplante de los portainjertos

Se extrajeron las plantas del semillero, teniendo cuidado de no dañar la raíz. Posteriormente se colocaron en un contenedor con agua, esto para poder lavar la raíz, y así eliminar restos del sustrato. Hecho lo anterior, se procedió a medir la planta en su parte aérea. Esto para hacer la selección de plantas homogéneas. En este caso las plantas del portainjerto citrange C35 tuvieron 24 cm de altura en promedio, las de limón volkameriano 10.80 cm y mandarina cleopatra 9.93 cm. Realizado lo anterior se procedió a colocar las plantas en una solución fungicida, para eliminar cualquier patógeno que se pudiera hospedar en la raíz, estas se dejaron en dicha solución por aproximadamente 30 min. Cabe mencionar que las plantas permanecieron en agua para evitar su deshidratación.

Posteriormente se procedió a marcar el área en donde se colocarían las bolsas con las mezclas de sustratos, esto se realizó con ayuda de estacas y un hilo, una vez delineada el área, se limpió con ayuda de un azadón, esto para eliminar las malezas presentes.

El siguiente punto fue realizar las mezclas para cada tratamiento, con botes de plástico de 20 L, carretilla y palas. Una vez que se fueron realizando las mezclas para cada tratamiento, se llenaron las bolsas de plástico de color negro, con capacidad de 5 L. Cada vez que se terminaba de hacer una mezcla de un tratamiento y llenado las bolsas, se fueron colocando en el área destinada para que posteriormente se transplantaran los portainjertos.

Para cada portainjerto se colocaron 24 bolsas con la mezcla respectiva. Se tomó la decisión de que fuesen esta cantidad de bolsas por que 12 se utilizarían para los muestreos de campo y las 12 restantes para los muestreos destructivos. Una vez colocadas todos los tratamientos en el área seleccionada, se procedió al transplante, el cual se realizó con ayuda de

una estaca para hacer un agujero en donde se colocaron los portainjertos (Figura 5). Ya que se transplataron todas las plantas en las bolsas, se colocó un techo de palmas para que estas no sufrieran estrés por efecto de la temperatura y el sol directo. El techo se roció con agua para mantener la humedad para las plantas. Una vez aclimatadas las mismas se quitó el techo despues de 30 días de haberlo colocado.

A lo largo del experimento se realizaron prácticas culturales tales como deshierbe, riego y corte de brotes a los portainjertos. Así como fumigaciones para eliminar la presencia de plagas.

4.3.4. Diseño experimental

El arreglo en el campo fué completamente al azar y se utilizara un modelo estadístico Factorial incompleto, utilizando el programa SAS. El experimento constó de 10 tratamientos con tres portainjertos. Cada tratamiento tenia 24 repeticiones. Dando un total de 720 plantas



Figura 5. a) Realización de orificio en el sustrato, b) colocación de la planta y c) tapado de la planta (ayudado por una estaca de madera para presionar mejor el suelo y así la planta tenga mejor anclaje).

4.3.5. Muestreos y variables a evaluar

4.3.5.1. Muestreos no destructivos

Se realizaron muestreos no destructivos periódicos (cada 30 días) a partir de los 90 días del transplante (ddt) tomando como variables: altura de la planta, número de brotes y diámetro de tallo. La altura de la planta se tomó con ayuda de una regla de 50 cm para el primer muestreo, para segundo se utilizó un estadal ya que algunas plantas median más de 50 cm (Figura 6a). Así también se contaron el numero de brotes de cada planta (Figura 6b); por último, se determinó el diámetro de tallo empleando para ello un bernier de 10 cm (Figura 6c), la toma dato se realizo a los 20 cm. Cabe señalar que se midieron 12 plantas de cada tratamiento, mismas que se habian definido desde la colocación de las bolsas.



Figura 6. Toma datos de a) altura de la planta con ayuda de un estadal, b) número de brotes y c) diámetro de tallo en vivero.

4.3.6. Muestreos destructivos

Los muestreos destructivos se realizaron a los 90, 180 y 270 ddt. El procedimiento de estos muestreos fue el siguiente: de las 12 plantas destinadas para los muestreos destructivos se tomaron tres plantas al azar, las cuales se llevaron a laboratorio, en donde el primer paso fue la limpieza del material a evaluar, primero se sacó la planta de la maceta y posteriormente se quitó el exceso del sustrato que contenía la raíz, se lavó toda la planta con agua corriente en una tarja, posteriormente se cortó la parte aérea y la raíz. Se tomaron datos de las siguientes variables, longitud de la parte aérea, de la raíz, peso de la materia fresca de la parte aérea, peso fresco de la raíz, área foliar (esta variable se obtuvo con la ayuda de un integrador de área foliar Marca LI-COR, modelo LI-3100), número de brotes, diámetro de tallo. El siguiente paso fue el secado de la parte aérea y de la raíz en una estufa eléctrica con circulación forzada de aire y a 70°C por 48 horas.

Otra de las variables evaluadas fue la tasa de crecimiento relativo de acuerdo a la fórmula de Hurtado y Sieverding (1986).

$$TCR (cm^3 \text{ día}^{-1}) = \frac{\text{Biovolumen}}{\text{Días después de la aplicación de tratamientos}}$$

$$\text{Biovolumen} = \pi \left(\frac{\text{diámetro}}{2} \right)^2 \times \text{altura}$$

Además se determinó el índice de calidad, el cual fue calculado haciendo una relación entre materia seca de la planta (total, raíz y follaje), la altura y el diámetro de tallo (Dicksom *et al.*, 1960), la cual se puede representar en la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de calidad: } \frac{\text{Peso de la materia seca de la Planta (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}} + \frac{\text{Peso del follaje seco (g)}}{\text{Peso de la raíz seca (g)}}$$

4.3.6.1. Análisis químico de la planta (parte aérea)

Una vez seco el material se procedió a molerlo para facilitar el manejo y lograr mayor homogeneidad en su composición. Este proceso se realizó con un molino de cuchillas. Cabe mencionar que se midió la planta completa.

4.3.6.1.1. Determinación de nitrógeno por el método semimicro-kjeldahl modificado para incluir nitratos

Para realizar la digestión se transfirió una muestra molida y tamizada con malla 40, que contenía aproximadamente 1 mg de N a un matraz microkjendahl. Se adicionaron 4 mL de la mezcla ácido sulfúrico-salicílico, procurando que el ácido haga contacto con la muestra, ya que el ácido sulfúrico es mal agente mojante por lo se debe de agitar suavemente el contenido del matraz. Se dejó en reposo durante 24 horas aproximadamemnte. Se añadieron 0.5 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ con ayuda de un embudo de tallo largo para alcanzar el bulbo del matraz. Se calentó cuidadosamente la mezcla hasta que terminó la formación de la espuma, para evitar que la espuma subiera por el cuello del matraz. Se mezcló bien el $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ con el ácido y calentado suavemente al inicio de la digestión. La placa de digestión alcanzó entre 360 y 390°C para permitir la ebullición de la mezcla de ácido con sales que se adicionan al suelo. Temperaturas inferiores o superiores a esta pueden provocar recuperación incompleta o pérdidas de N respectivamente. Para alcanzar la recuperación de entre 99 y 100% se calentó por 5 horas después de clarear. La temperatura en esta fase se estabilizó para que los vapores de H_2SO_4 se condensen en el primer tercio inferior del cuello del matraz. Cuando la digestión se completó, se dejó enfriar y se agregaron aproximadamente 3 mL de agua destilada. Se agitó vigorosamente para disolver el material insoluble.

El siguiente paso fue la destilación el cual consistió en transferir el contenido del bulbo de la cámara de destilación del aparato Kjeldhal. Se lavó el tubo con pequeñas porciones de agua, para tener aproximadamente 7 mL. Se colocó en el tubo de salida del aparato de digestión un matraz Erlenmeyer de 125 mL conteniendo 10 mL de la solución de H_3BO_3 + indicadores. Se adicionaron 10 mL de NaOH 10 N al bulbo de destilación. Se conectó el flujo de vapor y se inició la destilación. Se destilaron aproximadamente 50 mL y se lavó el condensador.

Se determinó el nitrógeno amoniacal presente en el destilado titulado con el H_2SO_4 0.01 N. El cambio de color de verde a rosado indica el punto final de la titulación (se titularon los blancos para tomar como referencia el vire de éstos) (Aguilar *et al.*, 1987).

El porcentaje de N en la muestra se determinó según la siguiente fórmula:

$$N (\%) = \frac{(V_{\text{muestra}} - V_{\text{Blanco}}) N \text{ ácido} \times 14}{\text{muestra} \times 10}$$

Donde:

V_{muestra} = Volumen del H_2SO_4 para titular la muestra (mL)

V_{Blanco} = Volumen del H_2SO_4 para titular el blanco (mL)

N ácido = Normalidad exacta del H_2SO_4

14 = Peso mili-equivalente del N (mg)

muestra = Peso de la muestra en gramos

10 = factor para convertir en porcentaje (1000/100)

4.3.6.1.2. Determinación de Fósforo y Zinc por el método de cuantificación por el ICP.

Se pesaron 0.250 g (para análisis de macroelementos y 0.050 para microelementos) de material vegetal molido y seco en matraces microkjendahl de 30 mL. Se adicionaron 6 mL de la mezcla digestora (HClO_4 - HNO_3 en relación 2:1). Se dejó en predigestión por toda la

noche. La predigestión se realizó con la finalidad de que los ácidos actúen sobre la materia orgánica.

A las 24 horas de colocaron los matraces en la plancha digestora, y se calentaron a 150°C hasta que desaparecieron los humos pardos del HNO₃. Este proceso tomó varios minutos. Durante esta etapa se rotó el matraz para lavar las paredes de todo el residuo orgánico.

Se elevó la temperatura de la plancha digestora a 210°C para colocar en ebullición la mezcla azeotrópica* de HClO₄ (203°C). El ataque del HClO₄ a la matriz orgánica residual se notó por la aparición de vapores pardos leves y luego por una reacción viciosa con formación de espuma.

El final de la reacción se marcó por la aparición de vapores blancos densos característicos del HClO₄. Esta etapa duró aproximadamente una hora. La digestión terminó cuando las muestras tomaron una tonalidad clara (transparente).

Se aforó la muestra a 25 mL, posteriormente se filtró en papel No. 40 en frascos de 30 mL.

El extracto obtenido se pasó por el ICP para hacer la lectura de los elementos. Que en este caso fueron fósforo y zinc.

* Mezcla líquida de dos o más sustancias que se comporta como una sustancia única, en el hecho que el vapor producido por la evaporación parcial del líquido tiene la misma composición que el líquido. La mezcla en ebullición constante muestra un punto máximo o mínimo de ebullición, comparado con el de otras mezclas de las mismas sustancias.

4.3.6.1.3. Determinación de Fósforo y Zinc por el método de Espectrofotometria

Se pipeteo una alícuota que contenía menos de 0.3 mg de P (entre 5 y 10 mL fueron los adecuados cuando se aforó a 25 mL, para el digestado aforado a 10 mL tomar 2 mL). Se colocó en un matraz aforado de 50 mL. Se adicionaron 7.5 mL de reactivo de vanadomolibdico, se aforó con agua destilada y desionizada y se agitó. Se esperaron 20 minutos y se leyó la absorción de luz por el complejo fosfovanadomolibdico a 480 nm.

Se preparó la curva de calibración y se les trató como a las muestras (Cuadro 5).

Cuadro 5. Curva de calibración de P.

Solución de P 50 ppm ^a	Reactivo vanadomolibdico	P
-----mL-----		Ppm
0	7.5	0
224	4.5	2
4	7.5	4
8	7.5	8
12	7.5	12
16	7.5	16

^a matraces aforados de 50 mL

Cálculos

$$P (\%) = \frac{\text{ppm CC} \times \text{Dm} \times \text{Dv}}{10\ 000}$$

Donde:

ppm CC = Partes por millón en la curva de calibración

Dm = Dilución de masa (volumen de extractante/g de muestra)

Dv = Dilución de volumen (aforo/alícuota)

4.3.7. Análisis físico-químico de los sustratos

Tanto de las muestras que se tomaron de las mezclas que se realizaron al principio de los experimentos. Así como de las que se utilizaron para el desarrollo de los portainjertos de cada subtratamiento se realizaron los siguientes análisis:

4.3.7.1. Determinación de Materia Orgánica

El método utilizado fue el de Walker y Black (1974) el cual consistió en pesar 0.5 g de suelo los cuales se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Se añadieron 10 mL de $K_2Cr_2O_7$ 1 N con una pipeta volumétrica, y se agitó. Con una probeta se añadieron 20 mL de H_2SO_4 concentrado, se agitó cuidadosamente durante un minuto. Se dejó reposar por 20 minutos. Se añadieron 200 mL de agua. Se agregaron 10 mL de H_3PO_4 y de 20 a 25 gotas de indicador de difenilamida. Se tituló con $FeSO_4$ 0.5 N.

Cuando el consumo de la solución ferrosa en la titulación de la muestra fue menor a 4 mL, se debió de repetir la determinación con una muestra mas pequeña; ya que fue probable que la oxidación de la materia orgánica en la muestra de suelo no haya sido completa.

Para hacer la valoración de la solución de sulfato ferroso, se corrió una muestra prueba en blanco (todos los reactivos, sin suelo) y se obtiene el valor de B de la siguiente ecuación:

Cálculos

$$\% \text{ de M.O.} = 10 \left(1 - \frac{M}{B} \right) \times 1.34$$

M = mL de sulfato ferroso gastados en las muestras problema

B = mL de sulfato ferroso gastados en el blanco

El factor 1.34 se deduce de la siguiente manera:

$$(1.0 \text{ N}) \times \frac{12}{4000} \times \frac{1.72}{0.77} \times \frac{100}{0.5} = 1.34$$

1.0 = normalidad del $K_2Cr_2O_7$
12/4000 = peso miliequivalente del carbono
1.72 = factor de transformación de carbono en MO
0.77 = factor de recuperación de 77% hallado por Walkey
0.5 = peso de la muestra

Si el peso de la muestra fue diferente, se substituyó en la ecuación anterior para encontrar el factor correspondiente para calcular el porcentaje de MO.

4.3.7.2. Determinación de pH, conductividad eléctrica (CE), Fósforo (P), Potasio, Textura y clasificación textural.

Para la determinación de pH se utilizó una relación 1:2 H_2O , en el caso de CE la relación fue 1:5 H_2O y fue determinada en $mmhos/cm$ $dS\ m^{-1}$, para P se utilizó el método Olsen. Además se determinó K, clasificación textural (arena/limo/arcilla), y densidad aparente (por el método de la probeta).

4.3.8. Medición de niveles de resistencia superficial.

La resistencia superficial del suelo se determinó por medio de un penetrómetro de bolsillo en el campo, marca Eijkelkamp, cuyas características son las siguientes: a) Se utiliza para muestreos de hasta 5 milímetros y b) Con rango de 0.5 a 4.5 $kg\ cm^{-2}$. (Figura 7a). El penetrómetro se enterró manualmente dentro del suelo a una profundidad predeterminada y se midió la presión requerida para su penetración (Figura 7b). Este ensayo da un valor crudo de la resistencia a la compresión inconfiada y su utilización requiere de correlación con otros ensayos.

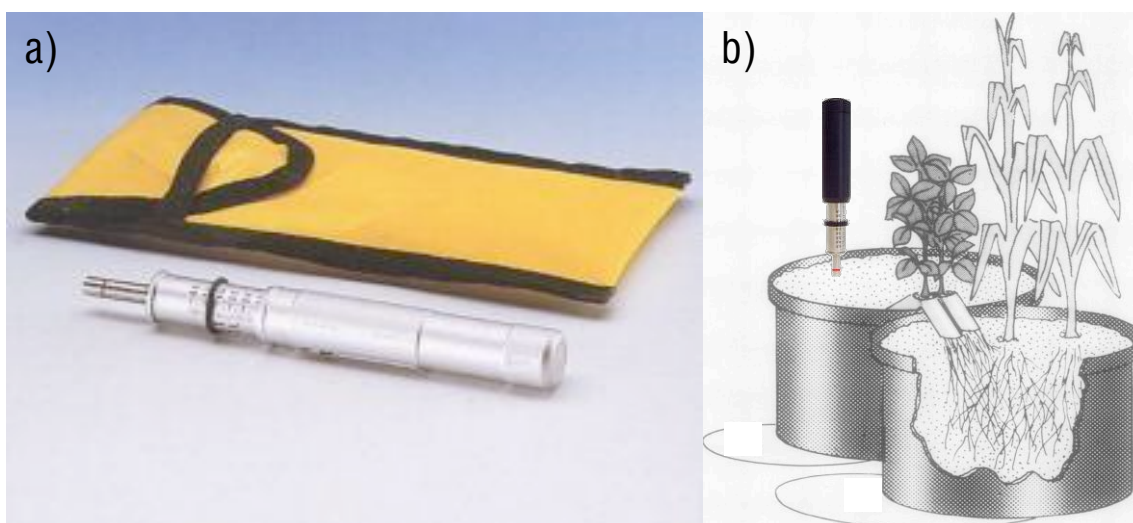


Figura 7. a) Penetrómetro de bolsillo; b) Procedimiento de la medición de resistencia.

(Fuente: <http://www.soilmed.com/penetrometer.htm>)

4.3.9. Medición de la temperatura del sustrato

Con ayuda de 10 termómetros se midió la temperatura del sustrato a 10 cm de profundidad en una maceta de cada tratamiento. Los termómetros se dejaron por una hora, posteriormente se tomó la lectura. La toma de datos se realizó cada dos días durante un mes a las 11:00 am.

4.4. Fase 2: Uso de nueve mezclas en la producción del portainjerto citrange C35 inoculado con HMA

En esta fase del experimento solo se utilizaron plantas de citrange C35 (*Poncirus trifoliata x Citrus sinensis*).

4.4.1. Diseño de los tratamientos

Una vez concluida la germinación se procedió a realizar el llenado de las bolsas para el trasplante con los siguientes tratamientos que se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Diseño de los tratamientos fase 2.

Tratamiento	Mezcla (%)				Hongo micorrízico arbuscular	
	Compost	Vermicompost	Peat moss	Tierra vega de río	<i>Glomus Zac-19</i>	<i>Glomus intraradices</i>
1C	12.5	-	-	87.5	-	-
1C	12.5	-	-	87.5	√	-
1C	12.5	-	-	87.5	-	√
2C	25	-	-	75	-	-
2C	25	-	-	75	√	-
2C	25	-	-	75	-	√
3C	50	-	-	50	-	-
3C	50	-	-	50	√	-
3C	50	-	-	50	-	√
4V	-	12.5	-	87.5	-	-
4V	-	12.5	-	87.5	√	-
4V	-	12.5	-	87.5	-	√
5V	-	25	-	75	-	-
5V	-	25	-	75	√	-
5V	-	25	-	75	-	√
6V	-	50	-	50	-	-
6V	-	50	-	50	√	-
6V	-	50	-	50	-	√
7P	-	-	25	75	-	-
7P	-	-	25	75	√	-
7P	-	-	25	75	-	√
8P	-	-	50	50	-	-
8P	-	-	50	50	√	-
8P	-	-	50	50	-	√
9T	-	-	-	100	-	-
9T	-	-	-	100	√	-
9T	-	-	-	100	-	√

4.4.2. Transplante del portainjerto

Las plantas que se usaron en la esta fase del experimento solo se lavaron, y no se colocaron en fungicida, ya que estas plantas serian inoculadas con HMA. Por último se sembraron en las bolsas plásticas que contenían las mezclas; que para las dos fases fueron del mismo tamaño.

Para la inoculación de los hongos micorrízicos se procedió a la aplicación de 10 g aproximadamente de inoculó de HMA por plántula de *Glomus Zac-19* y *Glomus intraradices*, y se depositó en el orificio de trasplante para que estuviera en contacto con la plántula. La inoculación se realizó por la mañana para que la temperatura alta no afectara la calidad del inoculó (Figura 8).



Figura 8. Inoculación de las plantas del portainjerto citrange C35 con *Glomus* Zac-19 al momento del transplante.

4.4.3. Diseño experimental

El arreglo en el campo fue completamente al azar y se utilizará un modelo estadístico de Factorial incompleto, utilizando el programa SAS. El experimento constó de 9 tratamientos con dos especies de hongos micorrízicos mas un testigo. Cada tratamiento tenia 24 repeticiones. Dando un total de 648 plantas

4.4.4. Muestreos y variables a evaluar

4.4.4.1. Muestreos no destructivos

Se evaluaron las mismas variables y se siguió el mismo procedimiento que en la Fase 1.

4.4.4.2. Muestreos destructivos

Al igual que en la Fase 1 los muestreos destructivos se realizaron a los 100, 190 y 280 ddt. Asi también las variables que se midieron fueron, longitud de la parte aérea, de la raíz, peso de la materia fresca del tallo, peso de la materia fresca de la raíz, área foliar (esta variable se obtuvo con la ayuda de un integrador de área foliar Marca LI-COR, modelo LI-

3100), número de brotes y diámetro de tallo. No se determinó peso de la materia fresca y seca de la raíz e índice de calidad de la planta ya que la raíz se utilizó para poder cuantificar el porcentaje de colonización micorrízica.

4.4.5. Análisis químico de la planta (parte aérea)

Se evaluó nitrógeno, fósforo y zinc, siguiendo las mismas metodologías que en la Fase 1.

4.4.6. Análisis físico-químico de los sustratos

La metodología y las variables que se utilizaron en esta fase son las mismas que en la Fase 1. Así también la medición de los niveles de resistencia superficial de los sustratos y las temperaturas de los mismos.

4.4.7. Porcentaje de colonización micorrízica

La evaluación de porcentaje de colonización endomicorrízica se determinó por el método de Clareo y Tinción de Phillips y Hayman (1970), tomando en cuenta los segmentos con presencia de arbusculos, vesículas e hifas de acuerdo a Giovannetti (1985).

$$\% \text{ de colonización} = \frac{\text{Número de segmentos colonizados}}{\text{Número total de segmentos observados}} \times 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Uso de diez mezclas como sustratos en la producción de tres portainjertos de cítricos en vivero.

El experimento duró 270 días, en ese periodo se realizaron siete evaluaciones de campo y tres destructivas a los 90, 180 y 270 días después del transplante (ddt).

5.1.1. Evaluaciones de campo (Fase 1)

Se realizaron siete evaluaciones de campo en las cuales se midieron altura de la planta, diámetro de tallo y bordes laterales. En el apéndice A1, se muestra el análisis de varianza para todas las fechas y variables donde se aprecia que a partir de los 180 ddt existieron diferencias significativas para sustratos, portainjertos y para la interacción entre ambos. Sin embargo, con el fin de facilitar el análisis e interpretación de los datos, en este apartado se discuten únicamente los datos correspondientes a los 180 ddt (cuando se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos y las plantas de algunos tratamientos tenían altura y diámetro para ser injertadas) y a los 270 ddt que fue cuando concluyó el experimento.

5.1.1.1. Altura de la planta

Entre las variables consideradas como importantes para determinar cuando una planta esta apta para ser injertada, la altura es determinante (Reyes y Ruíz, 1986). En el cuadro 7, se observa que las plantas del portainjerto C35 a los 180 ddt presentaron mayor altura (84.08 cm) en la mezcla que tiene 25% de composta, pero fueron estadísticamente iguales a los tratamientos 1C, 3C, 5V y 6V en citrange C35 y 2C en limón volkameriano, donde la proporción fue del 12.5 al 50% de compost y del 25 al 50% de vermicompost, lo que pone en evidencia la importancia de las proporciones en las mezclas.

A los 270 días, las plantas de volkameriano que crecieron en los tratamientos 2C y 3C, y para C35 en 2C fueron estadísticamente superiores, pero similares a los tratamientos 1C, 3C, 5V y 6V en citrange C35 y a 1C, 4V y 6V en limón volkameriano (Cuadro 7). Cabe señalar que Nava *et al.*, (1996) encontraron diferencias significativas en relación a la altura entre portainjertos de cítricos propagados por semilla, (citrange troyer, carrozo, mandarino cleopatra y naranjo agrio), lo que confirma que el uso de mezclas como sustratos produce diferencias entre los portainjertos. Tomando en cuenta que existen diferencias entre portainjertos, éstas se pueden incrementar por el efecto de la mezcla, así, en el caso de mandarino cleopatra aún cuando el crecimiento de esta especie es lento en vivero, se aprecian que existen diferencias entre sustratos. Lo que confirma lo indicado por Reyes y Ruíz (1986), quienes mencionan que encontraron diferencias estadísticas entre mandarino cleopatra y citranges carrizo y troyer, habiendo diferencias de hasta 30 cm de altura.

Un detalle que se puede destacar entre las dos fechas de evaluación, es que C35 presentó mayor crecimiento a los 180 ddt ya que de los seis tratamientos que tenían mayor altura cinco de ellos correspondían a éste portainjerto, pero desde esta fecha hasta los 270 ddt el mayor crecimiento lo presentaron las plantas de limón volkameriano, que llegaron hasta 20 cm de incremento mientras que en citrange C35 solo crecieron de 2 a 5 cm en este periodo. Lo que pone en evidencia las diferencias debidas al portainjerto, que se pueden manifestar en mejor forma cuando las condiciones físicas y químicas del sustrato le son favorables. Armadams (2000) encontró que había diferencias significativas entre los 5 portainjertos que utilizó en su trabajo de investigación, dentro de los cuales se encontraban citrange troyer y mandarino cleopatra, los cuales en la presente investigación también tuvieron diferencias significativas en relación a altura de la planta.

Cuadro 7. Prueba de medias para altura de las plantas en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.

Tratamiento	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	Altura (cm) [§]	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	C35	84.083 a	87.583 a
3C	50C	C35	75.250 ab	79.167 ab
1C	12.5C	C35	72.500 abc	74.917 abc
5V	25V	C35	70.583 abc	72.750 abcd
2C	25C	VOLKA	69.750 abc	89.750 a
6V	50V	C35	67.417 abcd	77.583 ab
6V	50V	VOLKA	61.300 bcde	77.300 ab
3C	50C	VOLKA	60.417 bcdef	80.833 ab
1C	12.5C	VOLKA	56.667 bcdefg	776.917 ab
4V	12.5V	C35	56.167 cdefgh	58.083 bcdef
4V	12.5V	VOLKA	50.667 defghi	69.417 abcde
10TVR	100 TVR	C35	47.083 efghij	54.167 cdefg
5V	25V	VOLKA	45.583 efghij	57.750 bcdef
9PM	50PM	C35	43.667 efghijk	44.833 fgh
7PM	12.5PM	C35	43.583 efghijk	48.500 efg
8PM	25PM	C35	43.250 efghijk	48.333 efg
10TVR	100 TVR	VOLKA	41.583 fghijk	57.083 bcdef
8PM	25PM	VOLKA	39.583 ghijkl	51.917 defg
9PM	50PM	VOLKA	37.417 hijklm	47.833 efg
7PM	12.5PM	VOLKA	34.333 ijklmn	40.167 fghi
2C	25C	CLEO	29.167 jklmno	34.364 fghij
1C	12.5C	CLEO	25.000 klmnop	36.000 fghij
4V	12.5V	CLEO	21.917 lmnop	33.083 fghij
6V	50V	CLEO	19.417 mnop	23.667 hijk
3C	50C	CLEO	18.917 mnop	24.700 hijk
5V	25V	CLEO	18.583 mnop	23.900 hijk
7PM	12.5PM	CLEO	15.583 nop	23.167 hijk
10TVR	100 TVR	CLEO	11.333 op	19.000 ijk
9PM	50PM	CLEO	10.727 op	13.909 jk
8PM	25PM	CLEO	9.900 p	13.050 k
			DMS: 18.89	DMS: 23.37

[§]Media de 12 observaciones. [‡]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[‡]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

En la figura 9 se observan los efectos de las mezclas de sustratos a los 180 ddt. Así, en todas las mezclas que contenían peat moss las plantas de los tres portainjertos, tenían crecimientos similares al testigo (TVR) y fueron los que menor altura presentaron. Cabe indicar que con las diferencias propias de cada portainjerto, las tendencias con los sustratos fueron similares en los tres portainjertos, ya que el mayor crecimiento se logró en las mezclas que contenían compost, y el menor con peat moss y el testigo, con esto se demuestra que es necesario el uso de mezclas para favorecer el crecimiento de las plantas en citrange C35 y limón volkameriano. Para el caso de mandarina cleopatra es necesario seguir trabajando para las plantas tengan mayor tasa de crecimiento. así también en el testigo (TVR).

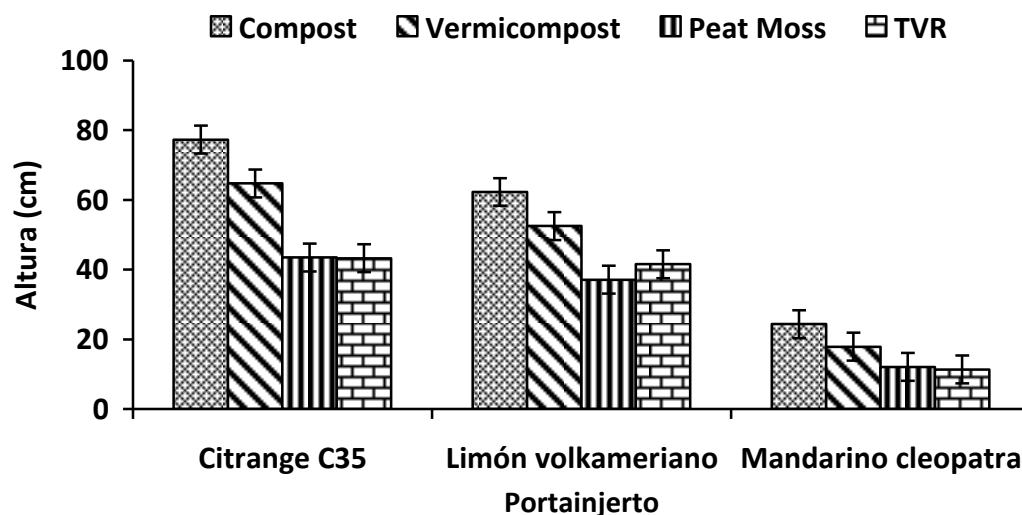
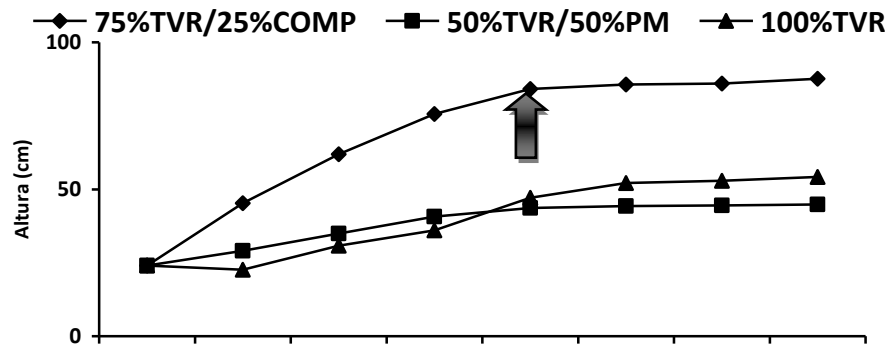


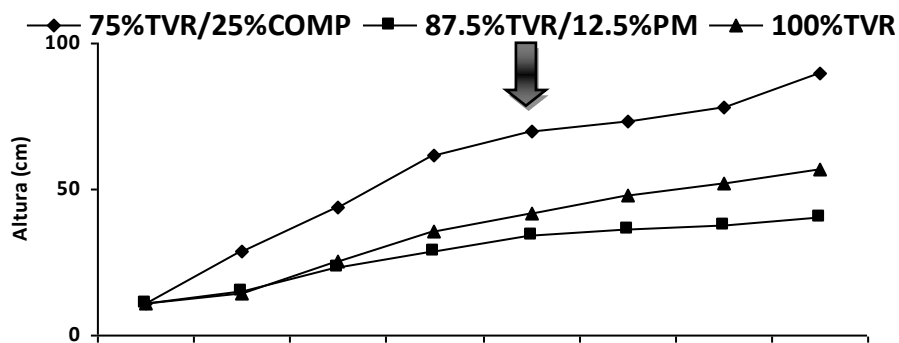
Figura 9. Altura de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

En la figura 10 se muestra la dinámica de crecimiento de los tres portainjertos en los tratamientos con mejor y peor respuesta. En los tres casos el mayor crecimiento se tiene en las mezclas que contenían 25% de compost y el peor en la mezcla con 50% de peat moss donde tienen menos crecimiento que el testigo. También se puede observar que el mayor crecimiento se presentó entre los 0 y 180 ddt, después de esta fecha y hasta los 270 ddt el crecimiento fue mínimo. Éste aspecto es importante ya que en algunos viveros comerciales se utiliza peat moss para la primera etapa (semillero) y es probable que esto se haga debido a que no se tienen datos al respecto.

CITRANGE C35



LIMÓN VOLKAMERIANO



MANDARINO CLEOPATRA

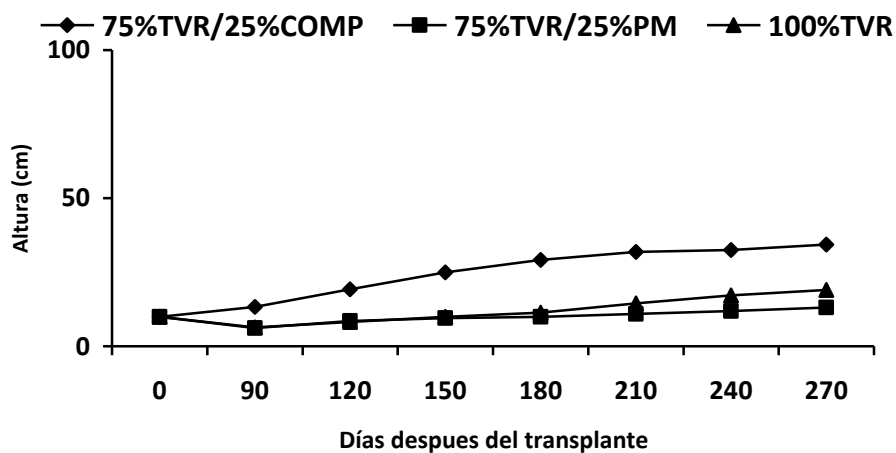


Figura 10. Altura de las plantas en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.

5.1.1.2. Diámetro de tallo

Debido a que el diámetro de tallo es importante para definir la época de injertación de las plantas, se debe considerar en todas las pruebas que se realizan en vivero. En el cuadro 8 se observa que las plantas del portainjerto citrange C35 a los 180 ddt obtuvieron mayor diámetro de tallo (0.92 cm) en la mezcla que contenía 50% de composta, pero fue estadísticamente similar a los tratamientos 2C y 6V en el mismo portainjerto y 2C, 3C y 6V en limón volkameriano, en los tratamientos anteriores se encontraron proporciones de 25 y 50% de compost y 50% de vermicompost, evidenciando la importancia de éstos materiales en la elaboración de las mezclas. Los peores tratamientos en esta fecha de muestreo fueron 8P, 9P y 10T en mandarino cleopatra. El hecho de que a los 180 ddt se tengan plantas listas para injertar, es prometedor para los viveristas por que ahorrarían tiempo y espacio en vivero. Cabe indicar que en experimentos llevados a cabo con limón volkameriano en invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003) se requirieron de 10 meses para que las plantas tuvieran el diámetro para ser injertados, lo que muestra que las condiciones ambientales juegan un papel importante en el desarrollo de las plantas.

A los 270 ddt, se observó que las plantas del portainjerto Citrange C35 de los tratamientos 2C y 3C registraron los valores más altos en esta fecha de muestreo y fueron estadísticamente superiores a los tratamientos restantes, pero similares a los tratamientos 6V del mismo portainjerto, así como con el 2C y 6V en limón volkameriano. Cabe indicar que para fines prácticos, las plantas se pueden injertar cuando tienen 7 mm de diámetro de tallo, por lo que para los 270 ddt, las plantas de 15 tratamientos con limón volkameriano y citrange C35 estaban aptas para ser injertadas. Estos resultados son importantes para los viveristas que requieren de 10 hasta 14 meses para tener plantas aptas para ser injertadas. Armadams (2000)

encontró que limón rugoso y citrange troyer fueron estadísticamente iguales en relación al diámetro de tallo pero diferentes con mandarino cleopatra y sunki.

Cabe señalar que las plantas de mandarino cleopatra presentaron los peores valores en todos los tratamientos (Cuadro 8). Mientras que todas las plantas de C35 que se desarrollaron en las mezclas con compost, fueron las primeras que alcanzaron el diámetro de tallo para injertación, a los 180 ddt. En el mismo lapso de tiempo y tipo de mezclas las plantas de limón volkameriano, también alcanzaron el diámetro de tallo para injertación. Las plantas de citrange C35 y limón volkameriano desarrolladas en las mezclas con compost y vermicompost, a los 180 ddt presentaron mayor desarrollo que plantas en peat moss y TVR, donde las plantas no alcanzaron el diámetro de tallo para ser injertadas (Figura 11). Martínez y Carbonell, (1984); Espadas, (1993) y Damian (1996) quienes trabajaron con los portainjertos citrangs carrizo y troyer, observaron que estos tenían mejor respuesta que otros portainjertos, al igual que en esta investigación los portainjertos citrange C35 y limón volkameriano presentaron mayores valores en comparación con mandarino cleopatra. Observándose diferencias significativas entre los tratamientos. Teniendo como explicación posible que los portainjertos no tenga la misma capacidad de respuesta a las condiciones que se sometieron en relación a las mezclas de sustratos, ya que las condiciones como retención de humedad, temperatura del sustrato, textura del mismo, entre otras, pudieron afectar el desarrollo de las plantas. También se observó que limón volkameriano obtuvo mayor número de tratamientos a los 270 ddt listos para ser injertados. Con la información que se obtuvo se establece que mandarino cleopatra requiere mayor tiempo para poder alcanzar el diámetro de tallo para ser injertada coincidiendo con lo indicado por Jiménez *et al.*, (1982) y Nava *et al.*, (1996).

Cuadro 8. Prueba de medias para diámetro de tallo en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^z	Mezcla (%) ^z	Portainjerto ^y	Diámetro de tallo (cm) ^y	
			180 ddt	270 ddt
3C	50C	C35	0.920 a	1.166 a
2C	25C	C35	0.891 ab	1.191 a
2C	25C	VOLKA	0.820 abc	1.025 abc
6V	50V	C35	0.816 abc	1.050 ab
6V	50V	VOLKA	0.808 abcd	1.025 abc
3C	50C	VOLKA	0.767 abcde	0.916 bcde
1C	12.5C	VOLKA	0.743 bcdef	0.900 bcde
5V	25V	C35	0.681 cdefg	0.863 bcdef
4V	12.5V	VOLKA	0.679 cdefg	0.854 cdef
4V	12.5V	C35	0.658 cdefgh	0.958 bcd
1C	12.5C	C35	0.650 defgh	0.807 defg
10TVR	100TVR	C35	0.616 efgh	0.650 ghi
10TVR	100TVR	VOLKA	0.609 efgh	0.775 defgh
7PM	12.5PM	VOLKA	0.604 efgh	0.729 efghi
8PM	25PM	VOLKA	0.595 fgh	0.775 defgh
7PM	12.5PM	C35	0.575 gh	0.641 ghi
8PM	25PM	C35	0.550 ghi	0.583 ij
9PM	50PM	VOLKA	0.538 ghi	0.675 fghi
5V	25V	VOLKA	0.498 hi	0.700 fghi
9PM	50PM	C35	0.400 ij	0.616 hi
1C	12.5C	CLEO	0.315 jk	0.354 j
4V	12.5V	CLEO	0.302 jk	0.362 j
7PM	12.5PM	CLEO	0.266 jk	0.316 j
3C	50C	CLEO	0.262 jk	0.350 j
6V	50V	CLEO	0.258 jk	0.325 j
2C	25C	CLEO	0.249 jk	0.363 j
5V	50V	CLEO	0.246 jk	0.290 j
10TVR	100TVR	CLEO	0.215 k	0.250 j
9PM	50PM	CLEO	0.169 k	0.213 j
8PM	25PM	CLEO	0.155 k	0.205 j
			DMS: 0.164	DMS: 0.189

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

^zC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

^yC35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

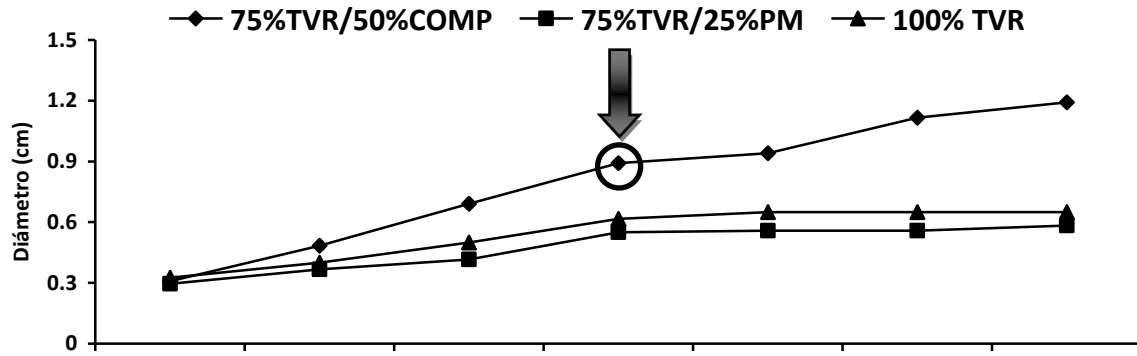
En la figura 12, se presenta la dinámica de crecimiento de los tres portainjertos con el mejor y peor tratamiento, así como el testigo. Entre los 0 y 180 ddt se presentó el mayor desarrollo del tallo en relación al diámetro, y a esta fecha varios tratamientos ya estaban listos para ser injertados tanto de citrange C35 como de limón volkameriano. Después de esta fecha y hasta los 270 ddt las plantas presentaron menor desarrollo de su tallo. En este sentido se puede mencionar que se redujo el tiempo de espera para poder obtener plantas listas para ser injertadas. Lo cual beneficia a los viveristas de cítricos, porque reducen costos y tiempos de espera.

Por otra parte, el tratamiento con adición de 25% de compost fué el que promovió mayor diámetro de tallo en los tres portainjertos y los peores fueron en los que se adicionó

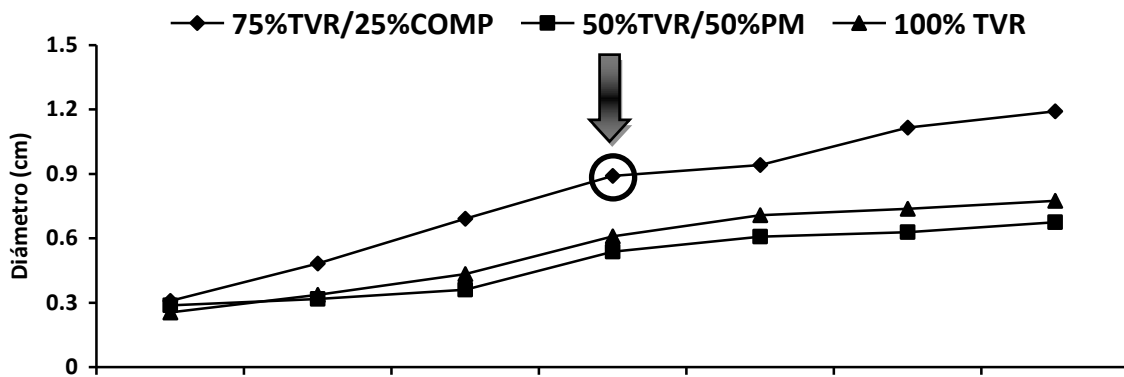
peat moss a la TVR (Figura 11). Por lo tanto, podemos mencionar que las mezclas de los tratamientos que contenían compost y vermicompost en diferentes proporciones produjeron mejor crecimiento en los portainjertos de citrange C35 y limón volkameriano. Mientras que los tratamientos de mandarina cleopatra estuvieron por abajo del testigo. Armadams (2000) obtuvo resultados similares en esta variable ya que utilizó una mezcla de sustratos el cual promovió el desarrollo de la planta y observó diferencias significativas entre los portainjertos.

En la figura 12, se observa que las plantas que crecieron en los tratamientos en los cuales la TVR se mezcló con compost en diferentes proporciones, presentaron mejores crecimientos en los tres portainjertos, seguidos por los tratamientos que contenían vermicompost, cabe señalar que los peores tratamientos fueron los que contenían peat moss en los tres portainjertos, y que estuvieron por debajo del testigo. Éstos resultados confirman la importancia de utilizar mezclas para la producción de portainjertos de cítricos en vivero y se debe de evaluar la respuesta en cada portainjerto ya que en otros países se recomienda el uso de peat moss.

CITRANGE C35



LIMÓN VOLKAMERIANO



MANDARINO CLEOPATRA

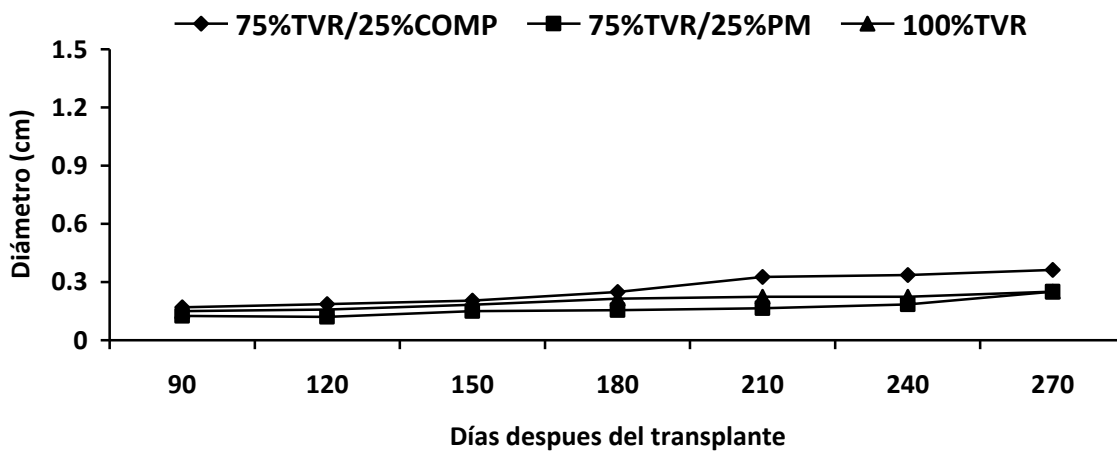


Figura 11. Diámetro de tallo en el mejor, peor tratamiento y testigo, desde los 90 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en el que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.

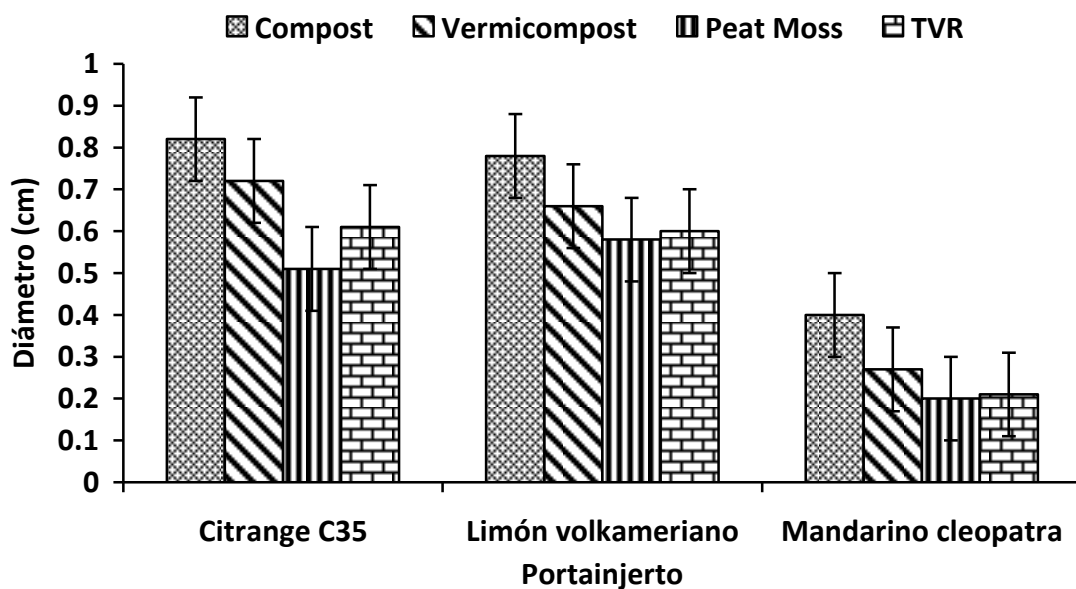


Figura 12. Diámetro de tallo de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.1.1.3. Número de brotes laterales

Los brotes laterales de la planta limitan el desarrollo del tallo principal, por lo que se busca tener portainjertos con menor cantidad, otra forma es utilizando practicas culturales como la poda de brotes, que aumenta el costo de producción de plantas, pero promueve el rápido crecimiento del tallo para reducir el tiempo de injertacion. En el cuadro 9, se obreva que los 180 ddt el mayor número de brotes lo presentaron las plantas de limón volkameriano en el tratamiento 4V, lo que pone en evidencia la influencia del portainjerto en esta característica, aún cuando en éste portainjerto el numero de brotes fué desde 2 hasta 5 no existieron diferencias estadísticas. Mientras que en citrange C35 y mandarino cleopatra los sustratos no modificaron esta caractrística, lo que confrirma que es más importante el efecto del portainjerto. Cabe indicar que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

A los 270 ddt el mayor numero de brotes laterales lo presentó limón volkameriano desarrollado en el tratamiento 6V, el cual esta compuesto por 50% de vermicompost. Pero fue similar estaditicamente a los tratamientos 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 7P, 8P, 9P, 10TVR, en limón volkameriano y 2C, 3C, 6V, 9P en citrange C35. El menor número de brotes lo presentó mandarino cleopatra en el tratamiento 9P (Cuadro 9), este aspecto es deseable, por que disminuye los costos de manejo. Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos sera bueno proponer la poda de brotes laterales para que el tallo de la planta tenga mayor desarrollo y se reduzca el tiempo para la injertacion. El portainjerto mandarino cleopatra solo presento un brote a los 180 ddt y en promedio 2 brotes a los 270 ddt, mientras que C35 presento 1.5 y 5.22 brotes para el mismo periodo y limón volkameriano 3.34 a los 180 y 8.73 brotes a los 270 ddt, este hecho muestra que la mayor producción de brotes se tienen en los últimos tres meses y que es mayor el efecto del portainjerto que de los sustratos empleados. Siendo limón volkameriano, el portainjerto que produce mayor número de brotes laterales y en consecuencia requiere de mayor manejo en vivero. El mayor número de brotes laterales a los 270 ddt se presentaron con 25% de compost para mandarino cleopatra y 50% de compost para C35 y limón volkameraino. En la figura 13, se observa que para el caso de C35 la mayor producción de brotes laterales se presento entre los 240 a los 270 ddt. Para limón volkameriano la presencia de brotes laterales aumentó a partir de los 180 hasta los 270 ddt; mientras que para mandarino cleopatra a los 120 ddt se presentó un incremento en la presencia de brotes, asi como después de los 210 hasta los 270 ddt.

Cuadro 9. Prueba de medias para número de brotes laterales en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

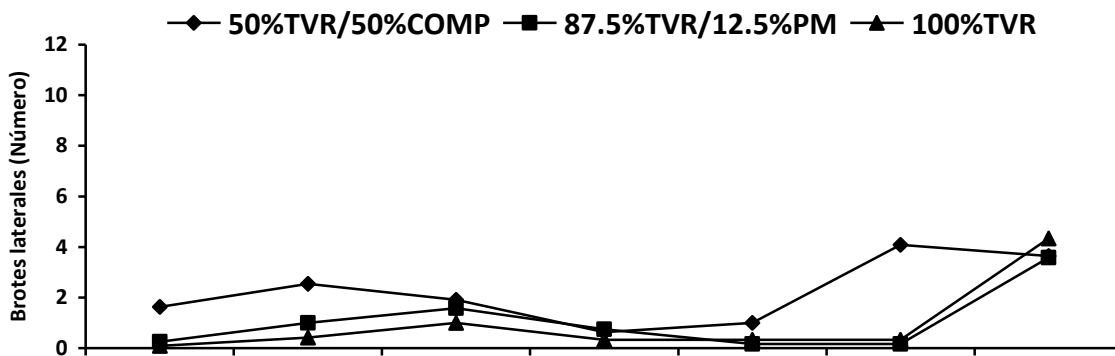
Tratamiento [‡]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	Número de brotes [§]	
			180 ddt	270 ddt
4V	12.5V	VOLKA	5.00 a	8.54 abcd
9PM	50PM	VOLKA	4.33 a	7.58 abcde
7PM	12.5PM	VOLKA	3.00 a	9.08 abc
6V	50V	VOLKA	3.00 a	11.70 a
2C	25C	VOLKA	3.00 a	7.33 abcdef
3C	50C	VOLKA	2.75 a	10.33 ab
5V	25V	VOLKA	2.71 a	6.90 abcdef
8PM	25PM	VOLKA	2.70 a	9.25 abc
1C	12.5C	VOLKA	2.12 a	9.10 abc
10TVR	100TVR	VOLKA	2.11 a	7.50 abcdef
4V	12.5V	C35	2.00 a	3.83 cdef
9PM	50PM	C35	1.83 a	6.08 abcdef
3C	50C	C35	1.75 a	6.63 abcdef
1C	12.5C	C35	1.66 a	5.20 bcdef
7PM	12.5PM	C35	1.50 a	3.90 cdef
6V	50V	C35	1.50 a	6.36 abcdef
5V	25V	C35	1.40 a	4.90 bcdef
10TVR	100TVR	C35	1.33 a	4.72 bcdef
2C	25C	C35	1.25 a	6.45 abcdef
8PM	25PM	C35	1.00 a	4.08 cdef
1C	12.5C	CLEO	1.00 a	2.00 ef
10TVR	100TVR	CLEO	1.00 a	1.75 ef
3C	50C	CLEO	1.00 a	3.20 cdef
7PM	12.5PM	CLEO	1.00 a	2.50 def
8PM	25PM	CLEO	1.00 a	2.00 ef
9PM	50PM	CLEO	1.00 a	1.33 f
4V	12.5V	CLEO	1.00 a	1.77 ef
5V	25V	CLEO	1.00 a	2.87 def
6V	50V	CLEO	1.00 a	3.30 cdef
2C	25C	CLEO	1.00 a	4.00 cdef
			DMS: 8.22	DMS: 6.17

[§]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

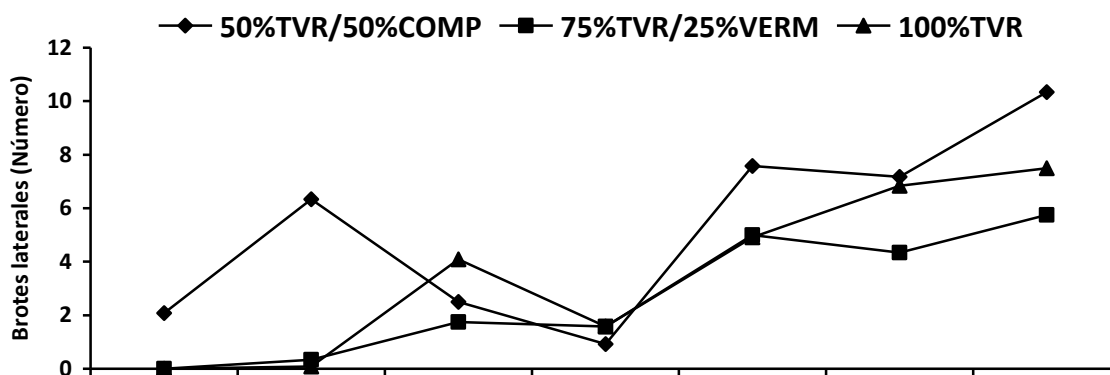
[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[‡]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

CITRANGE C35



LIMÓN VOLKAMERIANO



MANDARINO CLEOPATRA

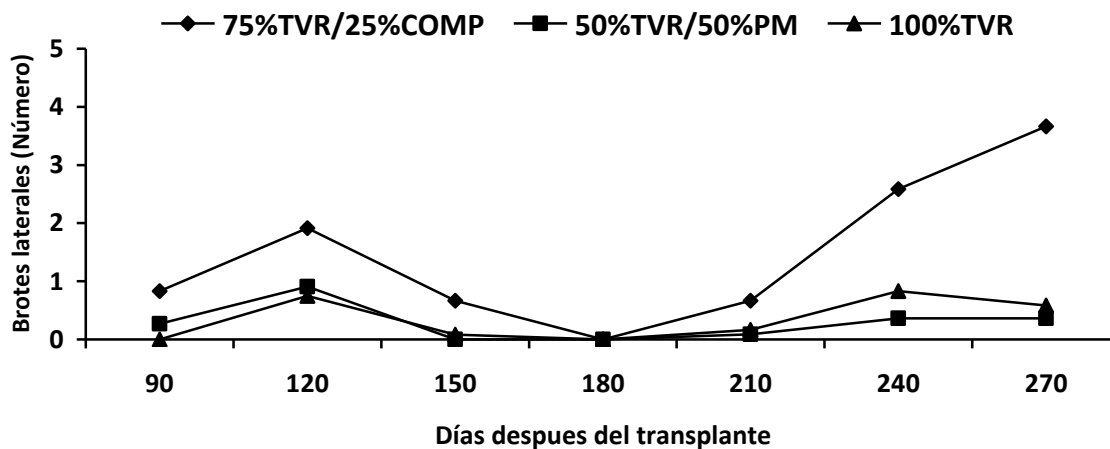


Figura 13. Número de brotes laterales en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = vermicompost, PM = Peat moss. C35 (*Poncirus trifoliata* x *C. sinensis*).

Para el caso de esta variable, entre menos brotes laterales presente la planta, mejor será el desarrollo de la misma, ya que se realizarán menos podas a las plantas, y, el desarrollo del tallo principal será más rápido al no tener el desarrollo de brotes laterales. Es por ello, que las plantas de mandarino cleopatra, que desarrollaron en las 10 mezclas fueron las que obtuvieron menor cantidad de brotes laterales, por ello debió esperar mayor crecimiento de la planta en relación con los portainjertos limón volkameriano y C35. Pero lo anterior no sucedió ya que mandarino cleopatra fue el de menor crecimiento.

5.2. Muestreos destructivos (Fase 1)

5.2.1. Longitud de la planta

El desarrollo de la planta se puede observar en la altura de la misma, lo cual puede indicar que el uso de materiales orgánicos influye en esta variable. En el cuadro 10, se observa que a los 180 ddt las mayores longitudes de las plantas se presentaron en el portainjerto citrange C35 en los tratamientos 2C y 3C, cuyas proporciones fueron de 25 y 50% de compost respectivamente, pero fueron iguales estadísticamente a los desarrollados en los tratamientos 1C, 5V y 6V, para C35 y 2C, 3C y 4V para limón volkameriano. La menor longitud la presentó mandarina cleopatra en el tratamiento 8P pero fue igual a todos los tratamientos utilizados en este portainjerto (Cuadro 10). Los tratamientos con 12.5, 25 y 50% de peat moss en los portainjertos C35 y limón volkameriano presentaron menores longitudes de plantas que el testigo, pero fueron iguales estadísticamente. Esto debido posiblemente a la falta de nutrientes en el sustrato utilizado, ya que el peat moss no aporta nutrientes. Resultados similares los obtuvo Armadams (2000) en relación a la altura, ya que encontró diferencias significativas en los cinco portainjertos que utilizó dentro de los cuales estaban citrange troyer y mandarina cleopatra.

A los 270 ddt, el mejor tratamiento fue 6V en limón volkameriano, que superó a 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10 T en mandarina cleopatra, pero fue igual a los demás tratamientos. Para mandarina cleopatra los peores tratamientos fueron en los que se adicionó 12.5, 25 y 50% de peat moss a la tierra vega de río, que fueron iguales a 19 tratamientos incluido el testigo. Y coinciden con 15 tratamientos que son iguales al mejor tratamiento. En el cuadro 10, se puede observar que existen diferencias entre tratamientos y portainjertos que obtuvieron las mayores longitudes en las dos fechas lo cual indica que las mezclas interfieren en el desarrollo de los portainjertos. Tal y como lo observaron Nava *et al.*, (1996). Esta variable se midió una

vez que se separó la parte aérea de la raíz, por lo tanto es mas específico el valor obtenido, que los datos tomados en campo.

Cabe señalar que en el cuadro 10 los datos a los 180 y 270 días no tienen relación cinética en el crecimiento, ya que estos se tomaron de plantas diferentes, con el fin de obtener otras variables de interés para la investigación. Con el fin de obtener datos más exactos en los muestreos destructivos podemos obtener dicha información, pero a diferencia de los muestreos no destructivos en los destructivos las plantas se evaluaron cada 90 días, y en los no destructivos cada 30 días. Así también en muestreos no destructivos se pudo realizar la dinámica de crecimiento, ya que los datos que se evaluaron fueron de las mismas plantas y no como en los destructivos, donde los tres muestreos fueron con plantas diferentes.

Cuadro 10. Prueba de medias para longitud de planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	Longitud de la planta (cm) [§]	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	C35	86.333 a	77.67 abc
3C	50C	C35	86.200 a	80.00 abc
6V	50V	C35	80.667 ab	53.00 abcd
1C	12.5C	C35	72.667 abc	86.67 ab
2C	25C	VOLKA	72.000 abcd	81.33 abc
5V	25V	C35	71.333 abcde	76.00 abc
4V	12.5V	VOLKA	68.333 abcde	88.67 ab
3C	50C	VOLKA	66.000 abcdef	47.33 abcd
1C	12.5C	VOLKA	63.000 bcdefg	80.33 abc
10TVR	100TVR	VOLKA	54.333 cdefgh	68.33 abcd
5V	25V	VOLKA	54.000 cdefgh	62.67 abcd
4V	12.5V	C35	52.333 cdefgh	52.17 abcd
10TVR	100TVR	C35	51.333 cdefghi	59.00 abcd
9PM	50PM	C35	49.333 defghi	46.17 abcd
6V	50V	VOLKA	48.333 efghi	91.33 a
7PM	12.5PM	C35	44.000 fghij	44.50 abcd
8PM	25PM	C35	41.667 ghijk	41.83 abcd
9PM	50PM	VOLKA	41.333 ghijkl	53.33 abcd
7PM	12.5PM	VOLKA	36.333 hijklm	43.33 abcd
8PM	25PM	VOLKA	36.000 hijklm	45.50 abcd
1C	12.5C	CLEO	33.667 hijklmn	50.67 abcd
2C	25C	CLEO	29.000 ijklmn	44.67 abcd
4V	12.5V	CLEO	25.000 jklmn	37.33 bcd
6V	50V	CLEO	21.333 jklmn	32.33 cd
5V	25V	CLEO	19.667 klmn	27.83 cd
7PM	12.5PM	CLEO	18.333 lmn	20.67 d
3C	50C	CLEO	18.000 mn	39.33 abcd
10TVR	100TVR	CLEO	15.667 mn	29.17 cd
9PM	50PM	CLEO	14.333 mn	20.50 d
8PM	25PM	CLEO	12.333 n	17.76 d
			DMS: 23.08	DMS: 53.56

[†]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[§]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

5.2.2. Longitud de la raíz

La raíz es una parte importante de la planta, ya que tiene diferentes funciones tales como: anclaje, absorber agua, macro y micronutrientes, entre otras fundamentales para la planta. Por lo anterior se evaluó esta variable, teniendo como resultados que a los 180 ddt el portainjerto citrange C35 en el tratamiento 5V presento mayor longitud de raíz (38.33 cm) en el tratamiento que contenia 25% de vermicompost. Cabe indicar que también se tienen plantas de mayor altura. Éste tratamiento solo superó estadísticamente a 5V, 8P, y 9P en mandarino cleopatra, pero fue igual a los demas tratamientos (Cuadro 11).

A los 270 ddt el mejor tratamiento fue el 10TVR en limón volkameriano, cabe destacar que este tratamiento es el testigo que contiene 100% de TVR, pero fueron iguales estadísticamente a los tratamientos 1C, 2C, 4V,5V,6V,7P,8P,9P en limón volkameriano, y 2C, 3C, 5V, 7P, y 10TVR en citrange C35. El peor tratamiento fue el 7P en mandarino cleopatra (Cuadro 11). Grassi *et al.*, (2001) demostraron que el uso existen diferencias en la longitud de raíz a razon del uso de diferentes materiales orgánicos.

La menor longitud a los 180 ddt se presentó en la mezcla que contenia 50% de peat moss. Mientras que a los 270 ddt fue con 12.5% de peat moss en mandarino cleopatra. Es importante destacar que en las mezclas que contenian peat moss las plantas de los tres portainjertos presentaron menor tamaño. Llama la atención que en el testigo (100% TVR) a los 270 ddt se tenga mayor tamaño de raíz en limón volkameriano y mandarino cleopatra, lo que puede significar que la sobrevivencia sera mayor al momento del transplante a campo (Pastor, 1999).

Cuadro 11. Prueba de medias para longitud de raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Portainjerto ^c	Longitud de la raíz (cm) ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	C35	38.333 a	33.833 abcde
7PM	12.5PM	VOLKA	35.667 ab	40.167 ab
2C	25C	VOLKA	34.000 ab	38.167 abc
3C	50C	VOLKA	33.667 ab	32.000 bcde
6V	50V	C35	33.333 abc	32.000 bcde
6V	50V	VOLKA	33.000 abc	40.167 ab
3C	50C	C35	32.000 abc	37.000 abc
1C	12.5C	CLEO	31.667 abc	31.500 bcde
8PM	25PM	VOLKA	31.667 abc	37.333 abc
1C	12.5C	VOLKA	31.333 abc	35.667 abcde
2C	25C	C35	31.000 abc	35.667 abcde
10TVR	100TVR	VOLKA	31.000 abc	49.000 a
4V	12.5V	VOLKA	31.000 abc	41.667 ab
3C	50C	CLEO	30.333 abc	31.667 bcde
2C	25C	CLEO	30.000 abc	30.000 bcde
5V	25V	VOLKA	29.667 abc	34.833 abcde
1C	12.5C	C35	29.333 abc	32.500 bcde
9PM	50PM	VOLKA	29.000 abc	34.833 abcde
9PM	50PM	C35	28.333 abc	30.500 bcde
7PM	12.5PM	CLEO	28.000 abc	20.333 e
10TVR	100TVR	C35	27.333 abc	36.833 abcd
7PM	12.5PM	C35	27.333 abc	34.667 abcde
4V	12.5V	CLEO	27.333 abc	29.000 bcde
4V	12.5V	C35	26.667 abc	32.167 bcde
10TVR	100TVR	CLEO	26.333 abc	30.000 bcde
6V	50V	CLEO	25.667 abc	33.000 bcde
8PM	25PM	C35	25.333 abc	26.833 b cde
5V	25V	CLEO	24.000 bc	24.000 cde
8PM	25PM	CLEO	23.667 bc	30.167 bcde
9PM	50PM	CLEO	20.000 c	21.000 de
			DMS: 13.62	DMS: 15.99

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

^cC35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

La razón de esta observación fue que la longitud de las raíces de los portainjertos fue similar, pero el peso de la misma fue diferente a los tres portainjertos. Al relacionar la longitud de la raíz y el peso de la misma, pudimos observar que los mejores resultados se presentaron en 25% de vermicompost en C35 a los 180 ddt y 25% de compost en limón volkameriano a los 270 ddt (Cuadro 11).

Existe una relación entre la altura de la planta y la longitud de la raíz, ya que las raíces de C35 y limón volkameriano tuvieron desarrollo diferente entre las dos variables, así también se observa que existe diferencia entre las variables con mandarina cleopatra. Se puede mencionar que el crecimiento de las raíces se limitó por el espacio que tenían dentro de la bolsa. Así también podemos mencionar que esta variable es arbitraria, ya que solo se midió la

raíz principal, pero para poder diferenciar el desarrollo de raíz se puede utilizar el peso de materia fresca de la raíz, ya que le morfología de la misma fue diferente entre portainjertos (Figura 14).



Figura 14. Tipos de raíces de los tres portainjertos. a) C35 (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*), b) limón volkamerino y c) mandarina cleopatra.

5.2.3. Peso de la materia fresca de la planta

La parte aérea de la planta es importante, porque es donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Por lo anterior, se procedió a evaluar el peso de la materia fresca de parte aérea de la planta, a los 180 ddt el mejor tratamiento fueron 3C en limón volkameriano y 5V en citrange C35, cuyas proporciones fueron 50% de compost y 50% de vermicompost respectivamente fueron los mejores tratamietnos. Los tratamientos 2C, 3C, 6V en citrange C35, y 1C, 2C, 4V, 6V y 10TVR en limón volkameriano fueron similares estadísticamente en relacion a los mejores tratamientos. En esta fecha de muestreo los peores tratamientos los presentó el portainjerto mandarina cleopatra en todos sus tratamientos (Cuadro 12). En el cuadro 12 se presenta en el portainjerto limón volkameriano en el tratamiento 1C en lo que respecta al peso de la materia fresca de las plantas, la proporción de este tratamiento es de

12.5% de compost. De la misma forma se observa que los tratamientos similares a estadísticamente a mejor tratamiento fueron el 2C, 4V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10TVR en limón volkameriano, y 1C en citrage C35. Los peores tratamientos fueron 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10TVR en mandarina celopatra. Por lo anterior podemos mencionar que a los 180 ddt, el mayor peso de la materia fresca de las plantas se presentó en los tratamientos con compost en los portainjertos C35 y limón volkameriano. Cabe señalar que el mejor tratamiento en esta fecha de muestreo fue 50% de compost en limón volkameriano. A los 270 ddt, todos los tratamientos fueron similares en los portainjertos C35 y limón volkameriano. Para el portainjerto mandarina cleopatra los pesos frescos menores fueron en los tratamientos con peat moss y TVR, por lo anterior obtuvo los peores tratamientos en esta variable tanto a los 180 como a los 270 ddt (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba de medias para peso de materia fresca de la planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [£]	Mezcla (%) [£]	Portainjerto [¥]	Peso de la materia fresca de la planta (g) [§]	
			180 ddt	270 ddt
3C	50C	VOLKA	33.773 a	20.65 bc
5V	25V	C35	32.487 a	16.96 bc
2C	25C	VOLKA	30.430 ab	41.45 abc
6V	50V	VOLKA	27.407 abc	62.28 ab
1C	12.5C	VOLKA	26.990 abc	80.08 a
4V	12.5V	VOLKA	24.403 abcd	31.99 abc
10TVR	100TVR	VOLKA	23.007 abcde	44.77 abc
3C	50C	C35	21.870 abcdef	25.77 bc
6V	50V	C35	20.883 abcdefg	13.11 bc
2C	25C	C35	20.663 abcdefg	19.84 bc
1C	12.5C	C35	15.860 bcdefgh	31.12 abc
5V	25V	VOLKA	14.680 bcdefgh	34.99 abc
7PM	12.5PM	VOLKA	14.283 cdefgh	29.71 abc
8PM	25PM	VOLKA	12.233 cdefgh	28.93 abc
9PM	50PM	VOLKA	9.810 defgh	39.89 abc
9PM	50PM	C35	7.600 efgh	14.25 bc
10TVR	100TVR	C35	7.403 efgh	21.23 bc
7PM	12.5PM	C35	6.750 fgh	10.76 bc
4V	12.5V	C35	6.310 fgh	19.38 bc
8PM	25PM	C35	5.460 gh	16.47 bc
2C	25C	CLEO	4.050 h	10.13 c
1C	12.5C	CLEO	3.817 h	13.64 bc
6V	50V	CLEO	2.373 h	3.04 c
3C	25C	CLEO	2.140 h	15.71 bc
5V	25V	CLEO	1.867 h	7.20 c
4V	12.5V	CLEO	0.867 h	10.23 c
7PM	12.5PM	CLEO	0.760 h	3.64 c
8PM	25PM	CLEO	0.703 h	0.94 c
9PM	50PM	CLEO	0.680 h	3.57 c
10TVR	100TVR	CLEO	0.557 h	6.17 c
			DMS: 16.12	DMS: 51.53

[§]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[£]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[¥]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

El portainjerto limón volkameriano en las mezclas de compost obtuvo mayor peso de materia fresca de la planta, aquí podemos definir, que en relación a la longitud de la planta este portainjerto estuvo por encima del portainjerto C35, lo cual puede dar indicio que este mayor peso se atribuye a factores como mayor cantidad de brotes laterales y mismo crecimiento de la planta (Grassi *et al.*, 2001; Mendoza y Ramírez, 2001) (Figura 15).

A los 270 ddt, el mejor tratamiento en cuanto a peso de la materia fresca de la planta fue con 50% de compost para C35 y mandarina cleopatra y con 12.5% de compost para limón volkameriano. El peor tratamiento fue con 25% de peat moss para los tres tratamientos.

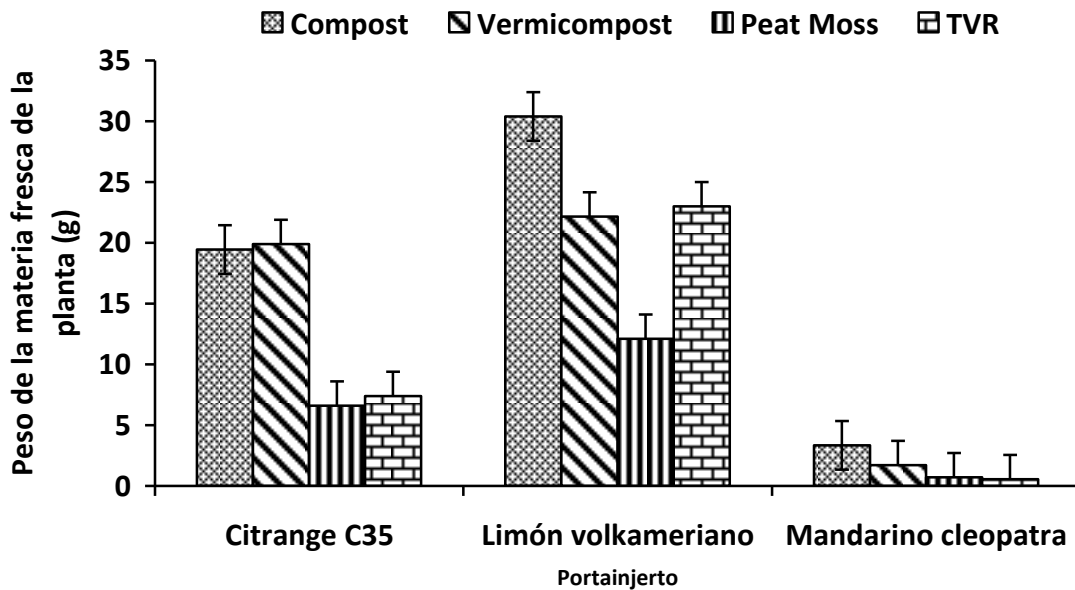


Figura 15. Peso de la materia fresca de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.2.4. Peso de la materia seca de la planta

Dado que la parte aérea en relación a la raíz contiene menor cantidad de agua es su estructura, la diferencia encontrada entre el peso de materia fresca y seca osciló 50% aproximadamente. Por lo tanto, los valores resultantes en esta variable son similares a la variable peso de la materia fresca de la planta. Por lo que podemos mencionar que a los 180 ddt se presentaron dos mejores tratamientos, el primero en limón volkameriano con el tratamiento 3C y el segundo en el portainjerto citrange C35 en el tratamiento 5V, las proporciones de cada uno de los tratamientos fueron 25% composta y 50% vermicompost respectivamente. También observamos que ocho de los 28 tratamientos restantes fueron similares a los dos mejores tratamientos mencionados anteriormente. Los ocho tratamientos se presentaron de la siguiente manera, en limón volkameriano los tratamientos fueron 1C, 2C, 4V, 6V y 10TVR y en citrange C35 fueron 2C, 3C y 6V. Por el contrario, en mandarina cleopatra se encontraron los peores tratamientos los cuales fueron el 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P, 10TVR (Cuadro 13). A los 270 ddt el mejor tratamiento fue 1C en donde se desarrolló limón volkameriano fue superior estadísticamente, pero similar a los tratamientos 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10TVR en los cuales se desarrollaron las plantas de limón volkameriano y el 1C para citrange C35. mandarina cleopatra en los tratamientos 1C, 2C, 4V, 5V, 7P, 8P, 9P y 10TVR, así como citrange C35 en el tratamiento 7P, obtuvieron valores diferentes estadísticamente en relación a los otros tratamientos.

Recopilando lo anterior, podemos mencionar que los tratamientos con compost y vermicompost presentaron los valores más altos en peso de la materia seca de las plantas para los tres portainjertos. Haciendo incapie que los mejores tratamientos fueron 50% de compost en limón volkameriano y 25% en C35. A los 270 días los tratamientos presentaron valores similares en C35 y limón volkameriano, teniendo como mejor tratamiento el 12.5% de compost en limón volkameriano. En mandarina cleopatra, los mejores tratamientos fueron los

que incluyeron compost. Cabe señalar que en las dos fechas de muestreo los tratamientos en mandarina cleopatra fueron los peores (Cuadro 13).

El portainjerto limón volkameriano obtuvo valores más altos en esta variable en las mezclas de TVR/compost, así como en los demás tratamientos en relación a los portainjertos C35 y mandarina cleopatra, esto debido a la morfología de la planta, pues en limón volkameriano se observó presencia de mayor número de brotes laterales. Se observaron valores por debajo de limón volkameriano en el portainjerto C35, ésto atribuido a que presentó menor cantidad de brotes laterales. En mandarina cleopatra los valores fueron más bajos en relación a los otros dos portainjertos utilizados (Figura 16).

Existe una relación entre los tratamientos del peso de la materia fresca y seca de la planta a los 180 y 270 ddt ya que los valores de los mejores tratamientos y los que fueron similares estadísticamente en esta variable fueron los mismos. Un dato importante en esta relación es que en estos tratamientos la diferencia en el peso fue de cerca de 50% entre el peso de la materia fresca y seca. Lo cual hace suponer que la diferencia es el peso del agua contenido en la parte aérea de la planta (Reyes, 2000; Grassi *et al.*, 2001; Mendoza y Ramírez, 2001).

Cuadro 13. Prueba de medias para peso de materia seca de la planta en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	peso de la materia seca de la planta (g) [§]	
			180 ddt	270 ddt
3C	50C	VOLKA	16.550 a	10.390 bc
5V	25V	C35	15.920 a	8.310 bc
2C	25C	VOLKA	14.910 ab	19.893 abc
6V	50V	VOLKA	13.430 abc	31.760 ab
1C	12.5C	VOLKA	13.227 abc	39.240 a
4V	12.5V	VOLKA	11.960 abcd	15.037 abc
10TVR	100TVR	VOLKA	11.273 abcde	21.493 abc
3C	50C	C35	10.717 abcdef	12.367 bc
6V	50V	C35	10.233 abcdefg	6.687 bc
2C	25C	C35	10.127 abcdefg	9.523 bc
1C	12.5C	C35	7.773 bcdefgh	15.250 abc
5V	25V	VOLKA	7.193 bcdefgh	17.143 abc
7PM	12.5PM	VOLKA	7.000 cdefgh	14.557 abc
8PM	25PM	VOLKA	5.993 cdefgh	14.753 abc
9PM	50PM	VOLKA	4.807 defgh	19.147 abc
9PM	50PM	C35	3.723 efgh	6.840 bc
10TVR	100TVR	C35	3.627 efgh	10.190 bc
7PM	12.5PM	C35	3.310 fgh	5.270 c
4V	12.5V	C35	3.093 fgh	9.107 bc
8PM	25PM	C35	2.673 gh	8.060 bc
2C	25C	CLEO	1.980 h	4.863 c
1C	12.5C	CLEO	1.867 h	6.680 c
6V	50V	CLEO	1.163 h	1.553 c
3C	50C	CLEO	1.047 h	7.540 bc
5V	25V	CLEO	0.913 h	3.527 c
4V	12.5V	CLEO	0.423 h	4.810 c
7PM	12.5PM	CLEO	0.373 h	1.783 c
8PM	25PM	CLEO	0.343 h	0.653 c
9PM	50PM	CLEO	0.333 h	1.717 c
10TVR	100TVR	CLEO	0.270 h	2.960 c
			DMS: 7.90	DMS: 25.26

[§]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[‡]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del transplante

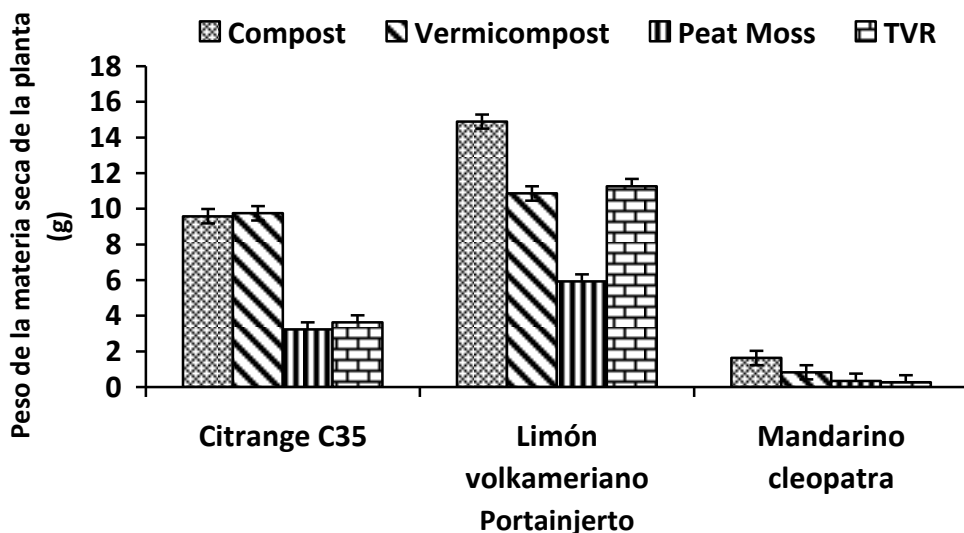


Figura 16. Peso de la materia seca de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.2.5. Peso de la materia fresca de la raíz

A diferencia de la parte aérea se observó que la raíz presentó en su estructura alrededor de 80% de agua. Y que es esta el principal elemento para que la planta pueda absorber y translocar nutrientes a la parte aérea. En este trabajo se encontró que a los 180 ddt el portainjerto citrange C35 en el tratamiento 5V fue el mejor numérico y estadísticamente, pero fue similar a limón volkameriano en los tratamientos 1C, 3C, 4V, 5V, 6V, 9P y 10TVR, y a citrange C35 1C, 2C, 3C y 6V. Los peores tratamientos los encontramos en mandarino cleopatra en los tratamientos 3C, 4V, 7P, 8P, 9P y 10TVR (Cuadro 14). En el cuadro 14 encontramos que a los 270 ddt el mejor tratamiento fue 1C en limón volkameriano, cuya proporción de la mezcla fue del 12.5 de compost. Así también se presentaron 8 tratamientos similares estadísticamente al mejor tratamiento, los cuales se fueron en limón volkameriano el 2C, 3C, 4V, 6V, 9P y 10TVR y en Citrange C35 el 1C y 10TVR. Por lo tanto podemos mencionar que los tratamientos con compost fueron los que presentaron mayor peso de materia fresca de las raíces en limón volkameriano, pero presentaron diferencias significativas similares entre tratamientos, en esta fecha y a los 270 ddt. Los mejores tratamientos de los portainjertos C35 y mandarino cleopatra fueron los que contenían compost y vermicompost. A los 270 ddt, se pudo observar que para los tratamientos del portainjerto C35 no tuvieron diferencias significativas. En mandarino cleopatra el tratamiento con 50% de compost fue el mejor. Los mejores tratamientos a los 180 y 270 ddt en los diferentes tratamientos y portainjertos se presentaron con 25% vermicompost en C35 y 12.5% de compost en limón volkameriano, los peores tratamientos nuevamente se presentaron en la mayoría de los tratamientos con mandarino cleopatra.

Cuadro 14. Prueba de medias para peso de materia fresca de la raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Portainjerto ^c	Peso de materia fresca de la raíz (g) ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	C35	22.943 a	13.41 bc
3C	50C	VOLKA	22.290 ab	31.47 abc
1C	12.5C	VOLKA	21.703 abc	76.06 a
2C	25C	C35	19.643 abcd	25.96 bc
1C	12.5C	C35	17.450 abcde	34.43 abc
5V	25V	VOLKA	17.447 abcde	24.88 bc
4V	12.5V	VOLKA	16.673 abcdef	41.14 abc
3C	50C	C35	16.087 abcdef	20.23 bc
6V	50V	C35	15.827 abcdef	15.91 bc
10TVR	100TVR	VOLKA	12.813 abcdefg	32.54 abc
9PM	50PM	VOLKA	11.767 abcdefgh	52.33 ab
6V	50V	VOLKA	11.563 abcdefgh	33.80 abc
2C	25C	VOLKA	10.840 bcdefgh	45.01 abc
7PM	12.5PM	VOLKA	10.097 cdefgh	26.70 bc
9PM	50PM	C35	9.950 cdefgh	19.04 bc
8PM	25PM	VOLKA	9.557 defgh	25.77 bc
7PM	12.5PM	C35	7.700 defgh	19.06 bc
10TVR	100TVR	C35	7.417 efgh	36.75 abc
4V	12.5V	C35	7.030 efgh	16.84 bc
8PM	25PM	C35	5.220 fgh	16.41 bc
1C	12.5C	CLEO	2.403 gh	14.07 bc
2C	25C	CLEO	1.953 gh	6.79 c
6V	50V	CLEO	1.593 gh	5.26 c
5V	25V	CLEO	1.217 gh	6.60 c
3C	50C	CLEO	0.650 h	16.02 bc
7PM	12.5PM	CLEO	0.470 h	2.61 c
4V	12.5V	CLEO	0.440 h	9.51 bc
8PM	25PM	CLEO	0.420 h	2.55 c
10TVR	100TVR	CLEO	0.327 h	9.10 bc
9PM	50PM	CLEO	0.320 h	6.11 c
			DMS: 12.05	DMS: 44.84

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

^cC35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

En lo que respecta al peso de materia fresca de las raíces en la figura 17, se muestra similitud en esta variable en los portainjertos de C35 y limón volkameriano desarrollados en las mezclas de TVR/compost, estos valores estuvieron por encima de los mismos portainjertos, pero con las mezclas de TVR/vermicompost, TVR/peat moss y el testigo. Realizando una relación entre peso de materia fresca de la raíz y longitud de la misma, se observó que no existieron diferencias ya que los promedios fueron similares. Para mandarina cleopatra los valores fueron relativamente bajos en relación a los datos obtenidos de C35 y limón volkameriano, por lo tanto, el desarrollo de las raíces de mandarina cleopatra fue menor que C35 y limón volkameriano, esto se atribuye al lento desarrollo de éste portainjerto como lo mencionan Nava *et al.*, (1996); limón volkameriano a diferencia de los dos portainjertos,

también utilizados en la investigación, presentó raíces densas como lo demostró Avilán y Bautista (1989). De esta forma Castle (1978, 1987), mencionan que el desarrollo de las raíces en cítricos crecen en etapas que preceden al crecimiento de la parte aérea.

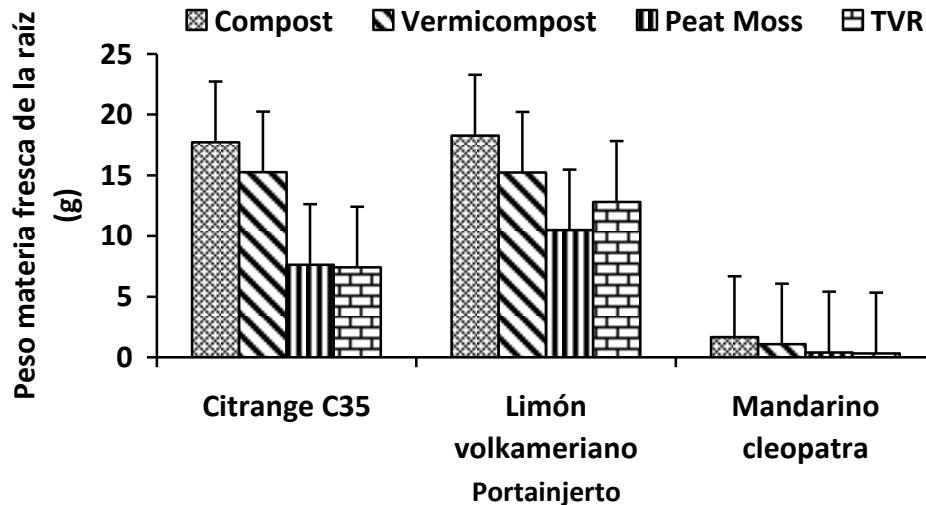


Figura 17. Peso de materia fresca de las raíces de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.2.6. Peso de la materia seca de la raíz

Se observó que alrededor del 80% del peso de la raíz es agua. Y el resto con fibras que apoyan en la ramificación en el sustrato y así poder obtener mejor ancalaje de la planta y mayor exploración de la raíz en el sustrato para obtener agua y nutrientes. En este trabajo se puede observar en el cuadro 15 que a los 180 ddt en citrange C35 con el tratamiento 4V fue el que presentó mayor peso de materia seca de la raíz (4.47 g), cuya mezcla de sustratos estuvo compuesta por 25% de vermicomposta, pero fue similar a los tratamientos 1C, 3C, 4V, 5V, 6V, 9P y 10TVR en limón volkameriano y 1C, 2C, 3C, y 6V en citrange C35. Los menores valores los presentó mandarino cleopatra en los tratamientos 3C, 4V, 7P, 8P, 9P y 10TVR. A los 270 ddt el portainjerto limón volkameriano en el tratamiento 1C presentó los valores más altos a esta fecha de muestreo, pero estadísticamente fue similar a limón volkameriano en los tratamientos 3C, 4V y 9P, el menor valor y estadísticamente diferente a los demás tratamientos lo presentó mandarino cleopatra en el tratamiento 8P (Cuadro 15). Con lo

anterior podremos deducir que los portainjertos C35 y mandarino cleopatra con compost y vermicompost superaron a los tratamientos con peat moss y TVR. En lo que respecta al portainjerto limón volkameriano en los tratamientos con compost superaron a los que contenían vermicompost, peat moss y TVR, pero estadísticamente todos los tratamientos fueron similares. A los 270 ddt, en los dos primeros portainjertos se minimizaron las diferencias entre materiales orgánicos adicionados a la TVR. También encontramos que a los 180 ddt el mejor tratamiento fue el de 25% vermicompost en C35 y a los 270 ddt fue 12.5% de compost en limón volkameriano, habiendo similitud en relación al peso de la raíz fresca. mandarino cleopatra presentó los peores tratamientos (Cuadro 15).

Existe relación entre los tratamientos del peso de la materia fresca y seca de la planta a los 180 ddt y a los 270 ddt ya que los valores de los mejores tratamientos y los que fueron similares estadísticamente en esta variable fueron los mismos. Un dato importante en esta relación es que en estos tratamientos la diferencia en el peso fue de cerca de 500% entre el peso de la materia fresca y seca. Lo cual hace suponer que la diferencia entre estos dos datos es el peso del agua contenido en la parte aérea de la planta.

Cuadro 15. Prueba de medias para peso de materia seca de la raíz en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [§]	Peso de la materia seca de la raíz (g) [¶]	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	C35	4.473 a	2.283 bc
3C	50C	VOLKA	4.346 ab	8.507 abc
1C	12.5	VOLKA	4.200 abc	15.973 a
2C	25C	C35	3.830 abcd	4.907 bc
1C	12.5C	C35	3.403 abcde	7.230 bc
5V	25V	VOLKA	3.403 abcde	4.230 bc
4V	12.5V	VOLKA	3.250 abcdef	7.817 abc
3C	50C	C35	3.150 abcdef	4.043 bc
6V	50V	C35	3.083 abcdef	3.020 bc
10TVR	100TVR	VOLKA	2.500 abcdefg	5.533 bc
9PM	50PM	VOLKA	2.293 abcdefgh	9.420 ab
6V	50V	VOLKA	2.256 abcdefgh	6.423 bc
2C	25C	VOLKA	2.056 bcdefgh	6.293 bc
7PM	12.5PM	VOLKA	1.966 cdefgh	5.073 bc
9PM	50PM	C35	1.940 cdefgh	3.487 bc
8PM	25PM	VOLKA	1.863 cdefgh	4.380 bc
7PM	12.5PM	C35	1.503 defgh	3.623 bc
10TVR	100TVR	C35	1.446 efgh	4.547 bc
4V	12.5V	C35	1.370 efgh	3.200 bc
8PM	25PM	C35	1.016 fgh	2.793 bc
1C	12.5C	CLEO	0.470 gh	2.957 bc
2C	25C	CLEO	0.380 gh	1.357 bc
6V	50V	CLEO	0.310 gh	1.000 bc
5V	25V	CLEO	0.236 gh	1.123 bc
3C	50C	CLEO	0.126 h	3.027 bc
7PM	12.5PM	CLEO	0.090 h	0.533 bc
4V	12.5V	CLEO	0.083 h	1.803 bc
8PM	25PM	CLEO	0.080 h	0.437 c
10TVR	100TVR	CLEO	0.063 h	1.547 bc
9PM	50PM	CLEO	0.060 h	1.100 bc
			DMS: 2.34	DMS: 8.77

[¶]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[§]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarino cleopatra. ddt = días después del trasplante

Al igual que en la variable de peso de la materia fresca de la raíz, los resultados fueron similares en los mismos portainjertos y tratamientos en esta variable. Ya que los valores más altos los obtuvieron las plantas de C35 y limón volkameriano desarrolladas en las mezclas de TVR/compost, existen diferencias significativas en los tratamientos del portainjerto C35 con las mezclas de TVR/compost, esto no se presenta en los tratamientos del portainjerto limón volkameriano (Figura 18). El portainjerto mandarino cleopatra presentó diferencias significativas entre tratamientos pero no alcanzo el tamaño para poder ser injertada, siendo que el crecimiento de este portainjerto es muy lento.

Relacionado a lo anterior, Avilan *et al.*, (1989), mencionan que limón volkameriano desarrolla raíces mas densas y por ende, el peso seco será mayor, en relación a los dos portainjertos de raíces menos desarrolladas. A los 270 ddt, el tratamiento con 12.5% de

compost promovió mayor peso seco de las raíces de los tres portainjertos; así como, el tratamiento con 25% de peat moss fue el que presentó menor peso de la materia seca de raíces (Figura 19).

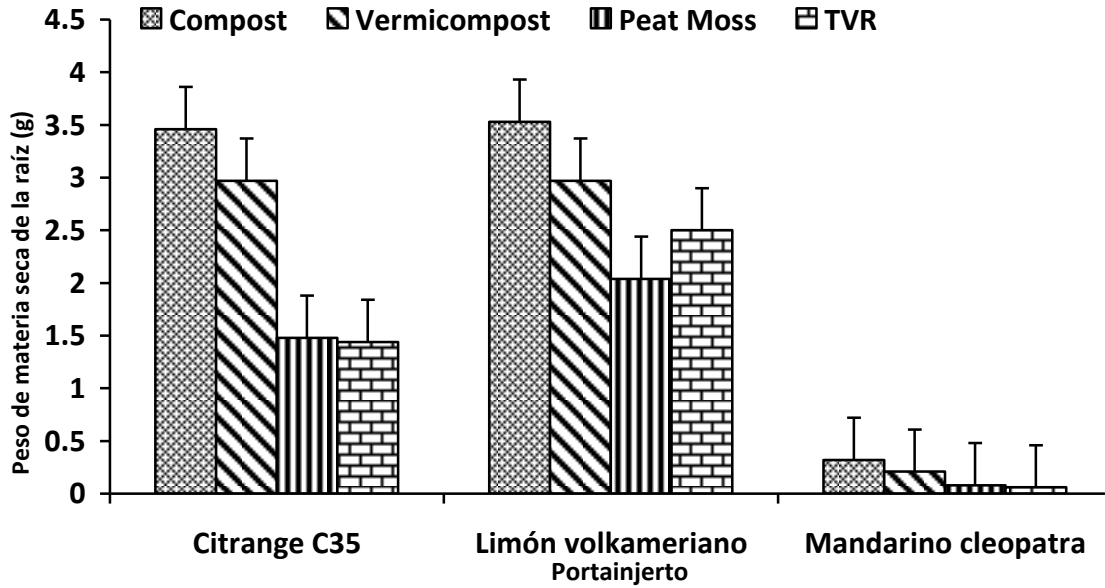
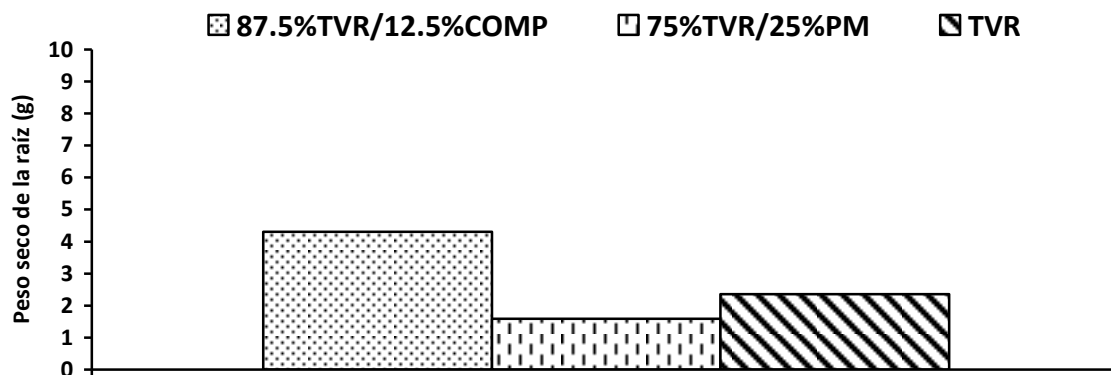
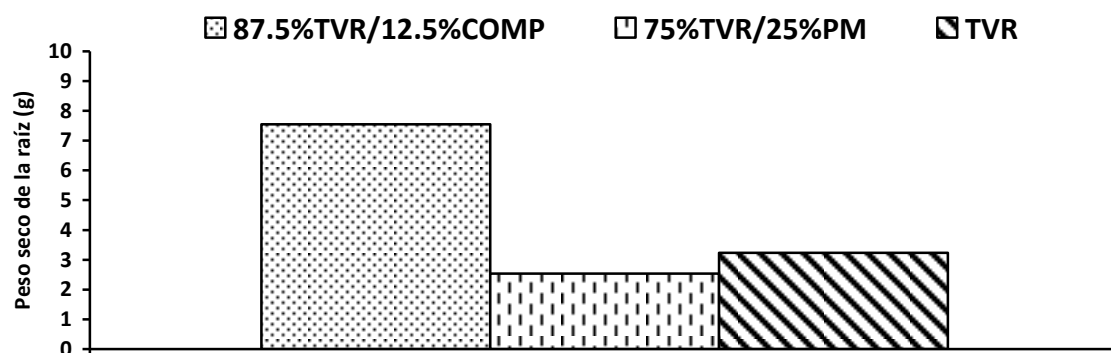


Figura 18. Peso de materia seca de las raíces de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

CITRANGE C35



LIMÓN VOLKAMERIANO



MANDARINO CLEOPATRA

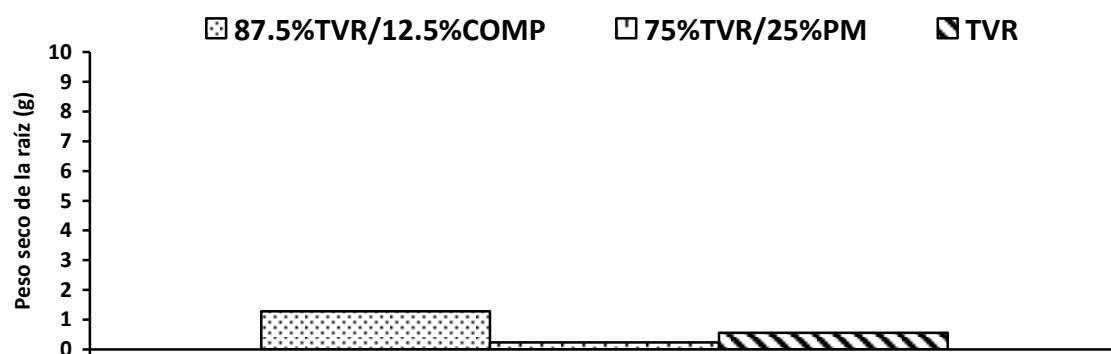


Figura 19. Valores del mejor y el peor tratamiento en relación al peso de materia seca de a raíz, además del testigo (TVR), promedio de tres fechas de muestreo.
TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, PM = Peat moss.

5.2.7. Área foliar

El área foliar de las plantas, nos ayuda a conocer la biomasa de la parte aérea de los portainjertos y de esta manera saber el comportamiento en relación al desarrollo de la planta. En el cuadro 16 se presentan los valores de los muestreos a los 180 y 270 ddt. Por lo cual podemos mencionar que a los 180 ddt limón volkameriano en los tratamientos 2C y 3C presentaron las mayores áreas foliares, pero fueron similares estadísticamente a citrange C35 en el tratamiento 5V y limón volkameriano en los tratamientos 2C, 4V, 6V y 10TVR. Los menores valores se presentaron en mandarino cleopatra en los tratamientos 7P, 8P, 9P y 10TVR, lo cual es relativo ya que el tipo de sustrato no aporta nutrientes a la planta, y así también el portainjerto es de lento crecimiento. Cabe señalar que 6 de los 7 mayores valores y que son estadísticamente similares se obtuvieron de limón volkameriano y solo uno en C35. A los 270 ddt nuevamente limón volkameriano presentó la mayor área foliar pero en el tratamiento 1C, y cuyo valor estadístico fue similar a los tratamientos 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P, y 10TVR del mismo portainjerto (Cuadro 16). Por lo cual se observa todos los tratamientos mejores e iguales estadísticamente fueron con limón volkameriano. El resto de los tratamientos de los dos portainjertos que se utilizaron en este trabajo resultaron ser los más bajos y diferentes estadísticamente al mejor tratamiento. Cabe señalar que este efecto puede ser atribuido al portainjerto limón volkameriano. Ya que este presenta mayor número de brotes y hojas. Por lo anterior, en este trabajo pudimos observar que a los 180 ddt, los tratamientos con mayor área foliar fueron con 25 y 50% de compost para limón volkameriano. A los 270 ddt, el 9 tratamientos con limón volkameriano fueron los mejores y diferentes estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 16. Prueba de medias para área foliar de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazonos, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	Área foliar [†]	
			180 ddt	270 ddt
3C	50C	VOLKA	465.10 a	293.4 b
1C	25C	VOLKA	452.55 a	1074.0 a
5V	25V	C35	368.80 ab	203.8 b
4V	12.5V	VOLKA	362.06 ab	550.6 ab
2C	25C	VOLKA	356.60 ab	590.9 ab
10TVR	100TVR	VOLKA	352.99 abc	695.5 ab
6V	50V	VOLKA	309.70 abcd	689.8 ab
5V	25V	VOLKA	226.16 bcde	517.5 ab
6V	50V	C35	222.45 bcdef	136.6 b
3C	50C	C35	220.84 bcdef	261.5 b
7PM	12.5PM	VOLKA	204.58 bcdefg	425.1 ab
2C	25C	C35	204.18 bcdefg	193.5 b
8PM	25PM	VOLKA	177.75 bcdefg	420.2 ab
1C	12.5C	C35	152.79 cdefg	300.6 b
9PM	50PM	VOLKA	131.20 defg	513.1 ab
10TVR	100TVR	C35	96.55 efg	277.3 b
9PM	50PM	C35	94.55 efg	178.1 b
7PM	12.5PM	C35	76.78 efg	120.6 b
4V	12.5V	C35	76.53 efg	232.8 b
8PM	25PM	C35	68.98 efg	201.2 b
1C	12.5C	CLEO	63.81 efg	224.5 b
2C	25C	CLEO	55.69 efg	148.0 b
6V	50V	CLEO	34.25 efg	43.9 b
3C	50V	CLEO	30.86 efg	326.0 b
5V	25V	CLEO	29.06 efg	113.5 b
4V	12.5V	CLEO	20.64 fg	250.5 b
7PM	12.5PM	CLEO	13.69 g	65.2 b
8PM	25PM	CLEO	11.70 g	15.1 b
9PM	50PM	CLEO	11.16 g	65.4 b
10TVR	100TVR	CLEO	11.12 g	329.3 b
			DMS: 203.59	DMS: 744.24

[†]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[‡]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del transplante

El conjunto de factores como: volumen radical, altura, diámetro de tallo, número de brotes laterales y de hojas de la planta, nos lleva a la biomasa de la planta y área foliar de la misma. Por lo cual la fisiología de la planta influirá en el resultado de esta variable. En la figura 20, se puede observar que limón volkameriano en los diferentes tratamientos fue superior a los portainjertos C35 y mandarina cleopatra, lo cual deriva de la morfología del limón volkameriano que se caracteriza por tener mayor número de hojas, brotes laterales y diámetro de tallo, en relación con los dos portainjertos. Los tres portainjertos presentan diferencias significativas entre tratamientos a los 180 ddt, pero a los 270 ddt no existieron diferencias

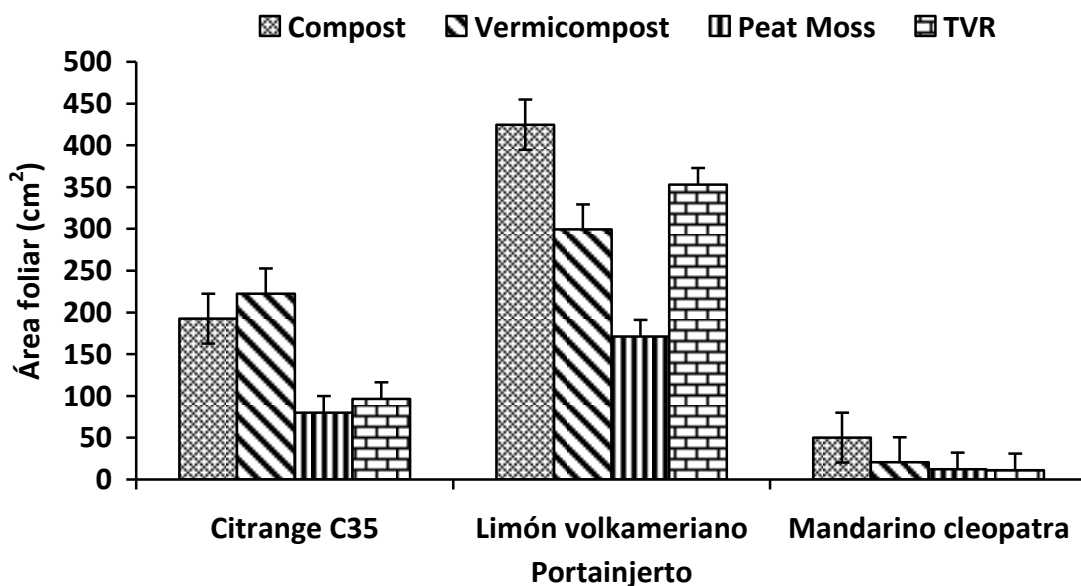


Figura 20. Área foliar de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

Torres (1992), Damián (1996), observaron que existen diferencias entre portainjertos de cítricos y atribuyen este resultado a la fisiología de cada portainjerto. Así también, Ovando (1993) hace referencia que existe relación entre el desarrollo de la planta y el área foliar, ya que los tiempos de crecimiento entre los portainjertos son diferentes dependiendo de la especie. Así también Espadas (1993), Cituk (1994) y Damián (1996), quienes presentaron que citrange troyer presentó mayor cantidad de hojas en relación a citrange carrizo, esto nos permite hacer una relación entre el número de hojas y los brotes laterales presentes en la planta.

5.2.8. Tasa de crecimiento relativo

La tasa de crecimiento relativo (TCR) fue menor en las plantas de los tres portainjertos cultivadas en TVR adicionada con 25% de peat moss, inclusive, éstos tratamientos fueron superados por el testigo (TVR). Los mejores tratamientos a los 180 ddt fueron 25 y 50% de compost en C35 que son iguales estadísticamente con 12.5% compost, 25 y 50% vermicompost en C35 y 25% de compost, 12.5 y 50% de vermicompost con limón

volkameriano, la tasa de crecimiento en esos tratamientos para C35 y limón volkameriano fue de 0.376 hasta 0.4.86 que es mayor a la que presentaron los tratamientos a los 270 ddt (0.356 como maximo) lo que implica que la velocidad de crecimiento es mayor en los primeros 180 ddt y posteriormente disminuye. El peor fue el de 25% de peat moss en mandarino cleopatra. A los 270 ddt el mejor tratamiento se presento en 50% vermicompost en limón volkameriano y los peores tratamientos se observaron en las mezclas con peat moss en mandarino cleopatra. Para darnos una idea de los anterior podemos observar en el cuadro 17 que Citrage C35 en los tratamientos 2C y 3C obtuvo valores más altos en esta variable, y cuyas mezclas fueron de 25 y 50% de compost respectivamente, pero fueron estadísticamente iguales a los tratamientos 1C, 5V y 6V de citrange C35 y 2C, 4V y 6V de limón volkameriano. El peor tratamiento lo presento mandarino cleopatra. En el cuadro 17 se observa que el mejor tratamiento fue el 6V donde se desarrolló limón volkameriano, 20 de los 29 tratamientos restantes fueron similares estadísticamente al mejor tratamiento, los peores tratamientos los presento mandarino cleopatra con el 7P, 8P y 9P. Con base a anterior, se observó que no hubo grandes diferencias entre tratamientos.

Cuadro 17. Prueba de medias para tasa de crecimiento relativo de tres portainjertos de cítricos desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [‡]	Tasa de crecimiento relativo [§]	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	C35	0.486 a	0.290 abcd
3C	50C	C35	0.486 a	0.310 abc
6V	50V	C35	0.453 ab	0.200 abcde
2C	25C	VOLKA	0.410 abc	0.313 abc
1C	12.5C	C35	0.406 abc	0.326 ab
5V	25V	C35	0.403 abcd	0.290 abcd
4V	12.5V	VOLKA	0.386 abcd	0.340 ab
6V	50V	VOLKA	0.376 abcd	0.356 a
1C	12.5C	VOLKA	0.356 bcde	0.306 abcd
5V	25V	VOLKA	0.306 cdef	0.243 abcde
10TVR	100TVR	VOLKA	0.306 cdef	0.260 abcde
4V	12.5V	C35	0.296 cdef	0.200 abcde
10TVR	100TVR	C35	0.286 cdefg	0.223 abcde
3C	50C	VOLKA	0.283 cdefg	0.186 abcde
9PM	50PM	C35	0.276 defg	0.176 abcde
7PM	12.5PM	C35	0.246 efgh	0.166 abcde
8PM	25PM	C35	0.233 efghi	0.160 abcde
9PM	50PM	VOLKA	0.233 efghi	0.203 abcde
7PM	12.5PM	VOLKA	0.206 fghij	0.166 abcde
8PM	25PM	VOLKA	0.206 fghij	0.176 abcde
1C	12.5C	CLEO	0.186 fghijk	0.193 abcde
2C	25C	CLEO	0.160 ghijk	0.166 abcde
4V	12.5V	CLEO	0.136 hijk	0.140 bcde
6V	50V	CLEO	0.120 hijk	0.120 cde
5V	25V	CLEO	0.110 ijk	0.103 de
7PM	12.5PM	CLEO	0.100 jk	0.076 e
3C	50C	CLEO	0.100 jk	0.150 bcde
10TVR	100TVR	CLEO	0.086 jk	0.110 cde
9PM	50PM	CLEO	0.080 jk	0.076 e
8PM	25PM	CLEO	0.070 k	0.066 e
			DMS: 0.128	DMS: 0.203

[§]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[‡]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarino cleopatra. ddt = días después del trasplante

Siendo que la TCR es una herramienta para medir el índice que representa la eficiencia de la planta para producir nuevo material a partir de la unidad de peso en un tiempo determinado, teniendo como objetivo la importancia del rápido crecimiento de las plantas, siendo que entre más pronto alcance la altura para injertar, sera mejor en terminos de producción y costos (Wagner *et al.*, 2002) .

En la figura 21, se muestra que mayores valores de esta variable los encontramos en citrange C35, seguido por limón volkameriano y por último mandarino cleopatra. Lo anterior permite suponer que la mayor tasa de crecimiento relativo se encuentra asociada a mayor presencia de biomasa (Benavente, 1997).

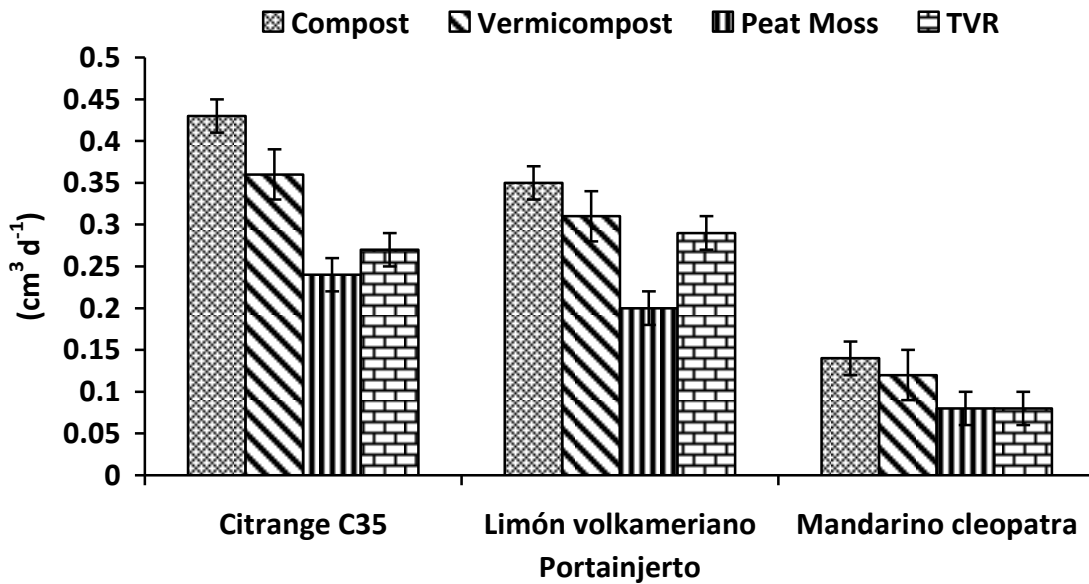


Figura 21. Tasa de crecimiento relativo de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.2.9. Índice de calidad de la planta

Para tener una idea de la calidad de planta de los portainjertos desarrollados en los diferentes tratamientos se procedió a calcular esta variable, podemos observar que a los 180 ddt limon volkameriano obtuvo el mayor índice de calidad de la planta en el tratamiento 3C, el cual contenía 50% de compost, pero fue estadísticamente similar a los tratamientos 1C, 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P, y 10TVR en limón volkameriano y 1C, 2C, 3C y 5V en citrange C35. En lo que respecta a los menores valores numericamente y diferentes estadísticamente que los tratamientos 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10TVR en mandarina cleopatra presentaron esas características (Cuadro 18). En el cuadro 18 se presenta el mejor tratamiento a los 270 ddt y para esta variable fue el 1C en limón volkameriano, siendo similar estadísticamente a los tratamientos 3C, 6V y 9P en el mismo portainjerto. En el mismo cuadro se puede observar que mandarina cleopatra obtuvo los peores tratamientos que fueron 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, 9P y 10TVR. Los mayores índices de calidad se presentaron a esta última fecha de muestreo,

ya que el desarrollo de la planta fue mayor que a los 180 ddt y el índice de calidad aumento en las dos fechas de muestreos.

Lo cual indica que en los sustratos evaluados, la mejor calidad de plantas se obtuvo con limón volkameriano, después C35 y por último mandarino cleopatra. Los tratamientos con 12.5% y 50% de compost fueron los que produjeron plantas de mejor calidad. Las plantas de menor calidad, de acuerdo a este índice se produjeron con 12.5 y 25% de peat moss. A los 180 ddt el mejor tratamiento se presentó en 50% compost en limón volkameriano y los peores tratamientos en la mayoría de las mezclas donde se desarrolló mandarino cleopatra. A los 270 ddt al mejor tratamiento fue el de 12.4 compost en limón volkameriano y los peores tratamientos resultaron similares a los 180 ddt.

Cuadro 18. Prueba de medias para índice de calidad de la planta de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [§]	Índice de calidad de la planta [¶]	
			180 ddt	270 ddt
3C	50C	VOLKA	1.540 a	3.090 abcd
6V	50V	VOLKA	1.463 ab	3.336 abc
1C	12.5C	VOLKA	1.393 ab	3.526 a
5V	25V	C35	1.216 ab	0.773 de
4V	12.5V	VOLKA	1.200 ab	2.280 bcde
10TVR	100TVR	VOLKA	1.116 abc	2.576 bcde
5V	25V	VOLKA	1.040 abcd	1.973 bcde
2C	25C	VOLKA	1.010 abcd	2.516 bcde
7PM	12.5PM	VOLKA	0.913 abcde	2.316 bcde
3C	50C	C35	0.896 abcdef	1.683 bcde
8PM	25PM	VOLKA	0.880 abcdef	2.286 bcde
1C	12.5C	C35	0.796 abcdefg	1.823 bcde
2C	25C	C35	0.793 abcdefg	1.163 bcde
9PM	50PM	VOLKA	0.790 abcdefg	3.470 ab
6V	50V	C35	0.693 bcdefg	1.003 cde
9PM	50PM	C35	0.400 cdefg	1.050 bcde
10TVR	100TVR	C35	0.396 cdefg	1.410 bcde
4V	12.5V	C35	0.350 cdefg	1.180 bcde
7PM	12.5PM	C35	0.326 cdefg	0.893 de
8PM	25PM	C35	0.310 defg	1.146 bcde
1C	12.5C	CLEO	0.173 efg	0.783 de
2C	25C	CLEO	0.153 efg	0.433 e
6V	50V	CLEO	0.123 efg	0.253 e
5V	25V	CLEO	0.110 fg	0.466 e
3C	50C	CLEO	0.083 g	0.993 cde
4V	12.5V	CLEO	0.040 g	0.593 e
8PM	25PM	CLEO	0.036 g	0.140 e
10TVR	100TVR	CLEO	0.033 g	0.450 e
7PM	12.5PM	CLEO	0.033 g	0.196 e
9PM	50PM	CLEO	0.026 g	0.290 e
			DMS: 0.794	DMS: 2.43

[¶]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[§]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarino cleopatra. ddt = días después del trasplante

El índice de calidad de las plantas nos da una idea del desarrollo de la planta en relación a la aplicación de productos químicos u orgánicos, como los que se utilizaron en esta investigación, los cuales permitieran que las plantas se desarrollen mas rápido y en consecuencia esten listas para ser injertadas en menor tiempo (Alarcon, 1997 y 2003). En la figura 22, se puede observar que limón volkameriano obtuvo los valores mas altos con mezclas de sustratos con compost, vermicompost y peat moss, a los 180 ddt. Los cual se traduce en menor tiempo de espera para su injertación.

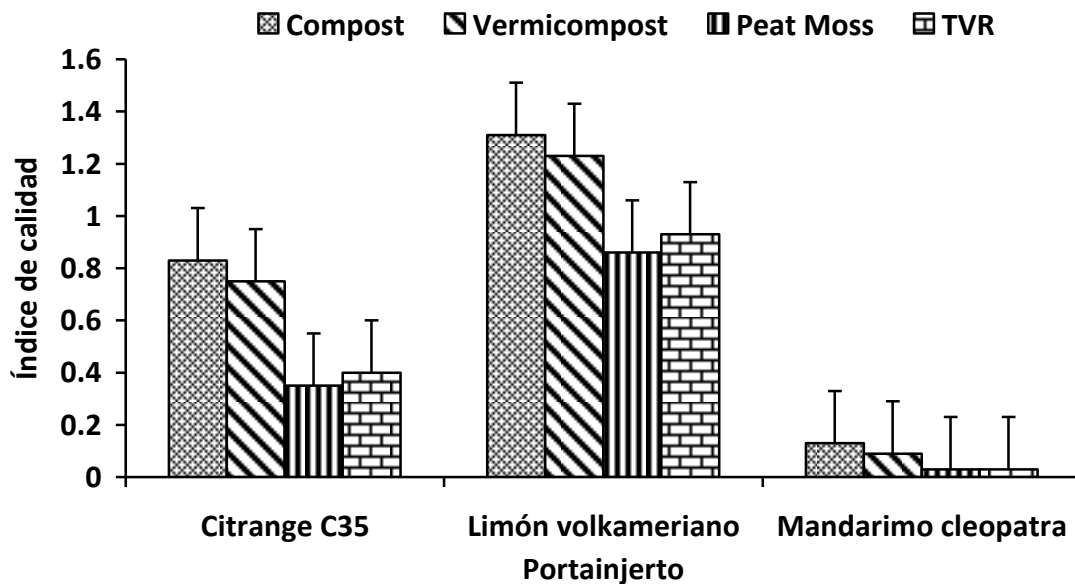


Figura 22. Índice de calidad de las plantas de tres portainjertos de cítricos en los diferentes materiales orgánicos a los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones). TVR = Tierra vega de río.

5.3. Propiedades físico-química de los sustratos (Fase 1 y 2): pH, Materia orgánica, Conductividad Electrica, Fósforo Olsen, Potasio, Textura, Clasificación textural, Densidad aparente.

En el cuadro 19 se desglosa los datos del análisis químico de cada mezcla de sustratos.

En este cuadro se puede observar que la relacion de porcentaje de materia orgánica esta a la inversa de como se podria pensar que seria, tal es el caso de las mezclas de vermicompost y peat moss, ya que al aumentar la concentración del material orgánico, disminuye el porcentaje de materia orgánica. En lo que respecta al pH los valores descendieron en la mayoría de las mezclas de materiales orgánicos. Así también la conductividad eléctrica. Las mayores concentraciones de fósforo y potasio en el suelo se encontraron en las mezclas de tierra vega de río y vermicompost. La caractrización de los sustratos es importante ya que nos da un parámetro de características físicas y químicas de las mezclas de materiales organicos (Terres *et al.*, 1997)

Cuadro 19. Propiedades físico-químicas del las mezclas al inicio y final del experimento.

Variables		Compost			Vermicompost			Peat Moss			TVR
		12.5	25	50	12.5	25	50	12.5	25	50	100
Materia Orgánica (%)		1.96	1.36	2.26	2.85	1.84	1.24	3.2	1.78	1.88	1.07
pH	(Inicial)	7.6	7.8	7.7	7.7	7.6	7.7	7.8	7.9	7.7	8.1
	(Final)	7.6	7.4	7.2	7.6	7.4	7.05	7.7	7.7	8	7.9
C.E. 1:5 H ₂ O mmhos/cm; dS m ⁻¹	(Inicial)	0.67	0.21	0.47	0.48	0.29	0.39	0.21	0.2	0.2	0.12
	(Final)	0.129	0.129	0.364	0.129	0.153	0.47	0.117	0.141	0.094	0.094
P Olsen ppm	(Inicial)	252	81	318	477	205	153	16	15	16	13
K NH ₄ Oac 1 N pH7 Mep/100g (cmoles+Kg ⁻¹)	(Inicial)	2.5	0.4	3.9	1.2	0.9	0.8	0.2	0.2	0.2	0.1
Textura arena/limo/arcilla	(Inicial)	67/18/15	73/12/15	71/14/15	69/16/15	75/12/13	73/14/13	73/12/15	73/12/15	73/12/15	77/8/15
Clarificación Textural	(Inicial)	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso
	(Final)	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso	franco-arenoso
D.A. (Método de la probeta)	(Inicial)	1.04	1.14	1.04	1.15	0.93	1.16	1.2	0.77	1	0.95
	(Final)	0.96	1.06	1.06	1.13	0.96	1.19	1.28	0.81	0.95	0.93

5.4. Análisis químico de la planta (Fase 1)

4.4.1. Nitrógeno

Un sustrato rico en N se considera al que tenga hasta 0.34% y 6.7% es un sustrato extremadamente rico (Fery y Schüep, 1993), podemos mencionar que a los 180 y 270 ddt, se observó que la adición de cualquiera de los materiales orgánicos en sus diferentes proporciones provocó aumento en la concentración de N en el tejido vegetal de los tres portainjertos. También encontramos que el mejor tratamiento para esta variable fue 50% vermicompost en mandarina cleopatra, y el peor en el mismo portainjerto, pero con 25% de peat moss.

Se puede observar en el cuadro 20 que las plantas del portainjerto mandarina cleopatra a los 180 ddt presentaron mayor concentración de nitrógeno total (2.38 %) en el tratamiento 6V que contenía 50% de vermicompost, pero fue estadísticamente similar a los tratamientos 2C y 6V en limón volkameriano, 6V y 9P en citrange C35 y 2C, 3C y 5V en mandarina cleopatra. Así también se pudo observar que los tratamientos 10TVR en limón volkameriano y 8P en mandarina cleopatra fueron estadísticamente diferentes a los demás tratamientos. A los 270 ddt se encontró que las plantas de limón volkameriano en 3C fue numérica y estadísticamente superior a los demás tratamientos, pero similar estadísticamente a 21 de 29 tratamientos de los cuales consistió este trabajo. Cabe señalar que mandarina cleopatra en el tratamiento 8P y limón volkameriano en 10TVR tuvieron los menores valores y fueron estadísticamente diferentes a los tratamientos anteriores (Cuadro 20). Cabe señalar que las plantas que presentaban una menor altura son las que contenían una mayor concentración de nitrógeno foliar. Existen valores de concentraciones de nutrientes en las plantas de cítricos que van desde los más bajos hasta los más altos, los cuales se dividen en clases o intervalos cuya denominación es la siguiente: deficiente, bajo, óptimo o normal, alto y excesivo. Estos rangos de concentración los han establecido investigadores como Reuther y Smith (1954),

Chapman (1966, 1968), Embleton *et al.*, (1973, 1976), Neto *et al.*, (1988), Malavolta *et al.*, (1989) y el Grupo Paulista (1990, 1994), pero el mas empleado y difundido es el establecido por Embleton (1976), que fue obtenido de naranjos del estado de California, Estados Unidos de América. Las concentraciones foliares óptimas o normales de nitrógeno para cítricos van de 2.3 a 2.7 %, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 20, se observa que solo un tratamiento alcanzó el nivel óptimo o normal (6V en mandarina cleopatra) lo cual se puede atribuir al lento crecimiento de este portainjerto y por lo tanto la poca absorción de este macronutriente, el resto estuvieron bajos o deficientes. A los 270 ddt dos tratamientos presentaron niveles óptimos de nitrógeno (2C en mandarina cleopatra y 3C en limón volkameriano), un tratamiento presentó exceso de este elemento (6V en citrange C35), el resto de los tratamientos presentaron deficiencia de este elemento.

Cuadro 20. Prueba de medias para concentración de nitrógeno total (%) de tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^z	Mezcla (%) ^z	Portainjerto ^y	Nitrógeno total (%) ^z	
			180 ddt	270 ddt
6V	50V	CLEO	2.388 a	2.074 abcd
6V	50V	VOLKA	2.196 ab	2.070 abcd
3C	50C	CLEO	2.190 ab	2.046 abcd
2C	25C	VOLKA	2.186 ab	2.267 abc
5V	25V	CLEO	2.184 ab	2.079 abcd
6V	50V	C35	2.169 abc	3.138 abcd
9PM	50PM	C35	2.117 abcd	1.993 abcd
2C	25C	CLEO	2.111 abcde	2.362 ab
2C	25C	C35	2.049 bcdef	2.134 abcd
5V	25V	VOLKA	1.969 bcdefg	1.965 abcd
5V	25V	C35	1.866 cdefg	1.899 abcde
4V	12.5V	C35	1.850 defg	1.743 cde
3C	50C	VOLKA	1.828 defgh	2.373 a
9PM	50PM	CLEO	1.809 efgh	1.980 abcd
4V	12.5V	CLEO	1.803 fgh	1.783 abcde
1C	12.5C	VOLKA	1.770 fghi	1.614 defg
7PM	12.5PM	CLEO	1.761 fghi	1.895 abcde
1C	12.5C	C35	1.754 fghi	1.886 abcde
3C	50C	C35	1.745 fghi	2.099 abcd
9PM	50PM	VOLKA	1.741 ghi	2.090 abcd
4V	12.5V	VOLKA	1.736 ghi	1.936 abcd
7PM	12.5PM	C35	1.725 ghi	1.732 cdef
7PM	12.5PM	VOLKA	1.666 ghij	1.783 abcde
10TVR	100TVR	C35	1.534 hijk	1.335 efgh
1C	12.5C	CLEO	1.472 ijk	1.780 bcde
8PM	25PM	C35	1.385 jkl	1.144 fgh
8PM	25PM	VOLKA	1.298 klm	1.047 gh
10TVR	100TVR	CLEO	1.116 lm	0.870 h
10TVR	100TVR	VOLKA	1.065 m	0.812 h
8PM	25PM	CLEO	1.031 m	0.749 h
			DMS: 0.304	DMS: 0.519

^zMedio de 12 observaciones. ^yMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).

^zC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

^zC35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

La única excepción fue el tratamiento con 25% de peat moss, en el cual la concentración de N en el tejido vegetal fue similar al testigo (TVR). De tal forma podemos mencionar que las mezclas de sustrato estaban en un rango de ricas en N, lo cual se vió reflejado en el contenido de N que se acumuló en el tejido vegetal.

El nitrógeno es el elemento que tiene alta influencia en el desarrollo y producción de los cítricos. Este se encuentra almacenado en los tejidos de las plantas de cítricos en forma orgánica en pequeñas cantidades de amonio y nitratos (Del Rivero, 1968). El contenido de N en la planta en los diferentes portainjertos y tratamientos tuvieron diferencias estadísticas significativas. En cuanto al contenido de N en la parte aérea de los tres portainjertos, esta variable fue mayor al adicionar la TVR con 50% de vermicompost y menor con 25% de peat moss.

5.4.2. Fósforo

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos de cítricos varía de 0.1 a 0.5 % en invernadero (Torres, 1992). Por ello en la presente se investigó la concentración de fósforo y se pudo observar que excepto en el portainjerto limón volkameriano a los 270 ddt, los tratamiento solo con TVR presentaron los menores contenidos de P. La mayoría de las mezclas promovieron la acumulación de P en el tejido vegetal.

En el cuadro 21 se presenta que las plantas de citrange C35 del tratamiento 8P a los 180 ddt presentaron la mayor concentración de fósforo total, cuya esta compuesta por 25% de peat moss, pero este tratamiento fue similar estadísticamente a los tratamientos 2C y 9P en citrange C35, 1C, 2C, 7P, 8P, y 9P en mandarina cleopatra y 2C, 7P, 8P, y 9P en limón volkameriano, el peor tratamiento se presento en las plantas de limón volkameriano en el tratamiento 10TVR. A los 270 ddt los valores fueron diferentes ya que mandarina cleopatra en el tratamiento 3C presento la mayor concentración de fósforo total, pero fue similar estadísticamente a los tratamientos 1C, 2C, 4V, 6V, 7P, 8P y 9P en citrange C35, 1C, 5V, 7P, 8P, y 9P en mandarina cleopatra y 1C, 2C, 5V, 6V, 7P, 8P y 9P en limón volkameriano. El peor tratamiento fue 10TVR en citrange C35 (Cuadro 21). Al igual que en el caso de nitrógeno tambien existen concentraciones foliares óptimas o normales de fósforo para cítricos van de 1.2 a 1.6 g k⁻¹, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 21, se observa que tres tratamientos son los que presentaron niveles óptimos de fósforo, estos son: 10TVR en citrange C35, 10TVR en limón volkameriano y 10TVR en mandarina cleopatra, estos mismos resultados se presentaron a los 270 ddt. Cabe señalar que los tres tratamientos que obtuvieron los valores optimos en niveles de concentración de fósforo en las dos fechas de muestreo, son los que se desarrollaron en el sustrato de 100% tierra vega de río, lo cual hace suponer que el existió aporte de este macronutriente por parte del compost, vermicompost y peat moss hacia la planta.

Cuadro 21. Prueba de medias para concentración de fósforo total (g k^{-1}) en tres portainjertos de cítricos desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^t	Mezcla (%) ^t	Portainjerto ^v	Concentración de fósforo total (g k^{-1}) ^u	
			180 ddt	270 ddt
8PM	25PM	C35	4.982 a	3.137 abcde
9PM	50PM	VOLKA	4.855 ab	3.760 abcde
9PM	50PM	CLEO	4.160 abc	3.299 abcde
2C	25C	CLEO	3.929 abc	5.641 a
2C	25C	C35	3.911 abc	5.458 ab
2C	25C	VOLKA	3.908 abc	4.431 abc
8PM	25PM	CLEO	3.698 abcd	3.684 abcde
9PM	50PM	C35	3.549 abcd	4.413 abcd
7PM	12.5PM	CLEO	3.434 abcd	2.863 abcde
8PM	25PM	VOLKA	3.416 abcd	3.930 abcde
7PM	12.5PM	VOLKA	3.333 abcd	2.721 abcde
1C	12.5C	CLEO	3.180 abcde	3.217 abcde
5V	25V	VOLKA	3.081 bcde	3.179 abcde
5V	25V	C35	2.716 cdef	1.942 cde
6V	50V	C35	2.694 cdef	3.027 abcde
1C	12.5C	VOLKA	2.682 cdef	2.727 abcde
4V	12.5V	VOLKA	2.615 cdef	2.266 cde
5V	25V	CLEO	2.574 cdef	2.927 abcde
1C	12.5C	C35	2.572 cdef	4.074 abcde
4V	12.5V	C35	2.487 cdef	3.601 abcde
6V	50V	VOLKA	2.479 cdef	2.748 abcde
6V	50V	CLEO	2.463 cdef	2.446 bcde
4V	12.5V	CLEO	2.423 cdef	2.391 bcde
7PM	12.5PM	C35	2.320 cdef	3.656 abcde
3C	50C	C35	2.039 def	2.256 cde
3C	50C	VOLKA	1.978 def	2.305 cde
3C	50C	CLEO	1.920 def	2.504 bcde
10TVR	100TVR	C35	1.360 ef	1.312 e
10TVR	100TVR	CLEO	1.331 ef	1.335 de
10TVR	100TVR	VOLKA	1.201 f	1.476 cde
			DMS: 1.868	DMS: 3.082

^uMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

^tC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

^vC35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

^uConcentración foliar de fósforo deficiente, ^oConcentración foliar de fósforo adecuada, ^AConcentración foliar de fósforo elevada.

El tratamiento solo con TVR y en el que se adicionó 50% de compost fueron los de menor contenido de P acumulado en los tres portainjertos. El mayor contenido de P se presentó con 25% de compost en C35, 12.5% de compost en mandarina cleopatra y 50% de peat moss en limón volkameriano.

El fósforo es uno de los elementos principales en para la nutrición de las plantas, ya que participa en la fotosíntesis, respiración y fermentación (Del Rivero, 1968, Sena, 2004), El contenido de P en la planta estadísticamente hablando si existieron diferencias significativas entre portainjertos y tratamientos.

5.4.3. Zinc

La necesidad de zinc para las plantas fue demostrada primero en maíz, probablemente debido a que las deficiencias del elemento han sido observadas con mayor frecuencia en el campo en ese cultivo. En la mayoría de los suelos el zinc se presenta naturalmente en pequeñas cantidades, su solubilidad disminuye al elevarse el pH. En la presente investigación pudimos encontrar que los menores contenidos de zinc se presentaron en el tratamiento solo con TVR en los tres portainjertos a los 180 y 270 ddt, excepto en C35 y mandarina cleopatra a los 270 ddt, donde no hubo diferencias entre tratamientos.

Para demostrar lo anterior en el cuadro 22 se puede observar que las plantas de limón volkameriano con el tratamiento 7P cuya mezcla es de 12.5% de peat moss, fue la que presentó mayor contenido de zinc a los 180 ddt. Pero estadísticamente fue similar a los tratamientos 1C, 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9P en citrange C35, 1C, 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P, y 9P en mandarina cleopatra y 1C, 2C, 4V, 5V, 6V, 8P, y 9P en limón volkameriano. El peor tratamiento en esta fecha de muestreo, estadísticamente hablando fue el 10TVR en citrange C35. En el cuadro 22 se observa que el mejor tratamiento fue el 8P con el mismo portainjerto que a los 180 ddt, así también se presenta que 25 de los 29 tratamientos restantes fueron similares estadísticamente al mejor tratamiento. El peor tratamiento fue el mismo que a los 180 ddt. Al igual que en el caso de nitrógeno y fósforo también existen concentraciones foliares óptimas o normales de zinc para cítricos van de 35 a 50 mg k⁻¹, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 21, se observa que a los 180 ddt todos los tratamientos presentaron niveles de zinc bajos en relación a los valores óptimos que se presentan anteriormente. A los 270 ddt 13 tratamientos presentaron niveles óptimos de

contenido de zinc en la planta, tres tratamientos obtuvieron niveles bajos de zinc y los diez restantes presentaron niveles altos de éste micronutriente.

Los tratamientos con menor contenido de Zn en la parte aérea de la planta fueron los testigos (TVR) y 50% de vermicompost para C35, 12.5% de compost para limón volkameriano y 25% de peat moss para mandarina cleopatra. Este mismo tratamiento con 25% de peat moss fue el que mayor contenido de Zn provocó.

Niveles altos de zinc estimulan el crecimiento de raíces y reducen la absorción de calcio, pero concentraciones elevadas de este microelemento en el suelo, provocan toxicidad en las raíces. Cuadro 22. Prueba de medias para contenido de zinc (mg k^{-1}) en tres portainjertos de cítricos, desarrollados en diez sustratos con diferentes proporciones de materiales orgánicos, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento [†]	Mezcla (%) [‡]	Portainjerto [§]	Contenido de zinc (mg k^{-1}) [¶]	
			180 ddt	270 ddt
7PM	12.5PM	VOLKA	33.071 a [Ⓢ]	47.23 abcd [Ⓢ]
7PM	12.5PM	CLEO	30.868 ab [Ⓢ]	48.06 abcd [Ⓢ]
6V	50V	CLEO	30.614 ab [Ⓢ]	59.01 abcd ^Δ
2C	25C	CLEO	30.245 ab [Ⓢ]	57.71 abcd ^Δ
9PM	50PM	CLEO	29.005 ab [Ⓢ]	42.69 abcd [Ⓢ]
6V	50V	VOLKA	28.977 ab [Ⓢ]	79.02 abcd ^Δ
9PM	50PM	VOLKA	28.879 ab [Ⓢ]	39.88 abcd [Ⓢ]
2C	25C	C35	26.529 abc [Ⓢ]	53.38 abcd ^Δ
9PM	50PM	C35	25.784 abc [Ⓢ]	38.26 bcd [Ⓢ]
4V	12.5V	VOLKA	25.527 abcd [Ⓢ]	43.02 abcd [Ⓢ]
8PM	25PM	C35	25.155 abcd [Ⓢ]	96.19 ab ^Δ
1C	12.5C	C35	25.110 abcd [Ⓢ]	93.40 ab ^Δ
7PM	12.5PM	C35	24.454 abcde [∞]	49.94 abcd [Ⓢ]
8PM	25PM	VOLKA	23.166 abcde [∞]	55.51 abcd ^Δ
2C	25C	VOLKA	22.987 abcde [∞]	56.34 abcd ^Δ
1C	12.5C	CLEO	22.313 abcde [∞]	59.55 abcd ^Δ
6V	50V	C35	22.151 abcde [∞]	42.04 abcd [Ⓢ]
5V	25V	CLEO	21.870 abcde [∞]	47.78 abcd [Ⓢ]
1C	12.5C	VOLKA	21.710 abcde [∞]	41.80 abcd [Ⓢ]
5V	25V	C35	21.707 abcde [∞]	46.58 abcd [Ⓢ]
4V	12.4V	C35	21.274 abcde [∞]	57.87 abcd ^Δ
8PM	25PM	CLEO	21.225 abcde [∞]	118.36 a ^Δ
4V	12.5V	CLEO	20.791 abcde [∞]	57.46 abcd ^Δ
5V	25V	VOLKA	18.193 abcde [∞]	49.28 abcd [Ⓢ]
3C	50C	C35	17.003 bcde [∞]	50.70 abcd ^Δ
3C	50C	VOLKA	12.618 cde [∞]	90.58 abc ^Δ
3C	50C	CLEO	11.965 cde [∞]	48.00 abcd [Ⓢ]
10TVR	100TVR	CLEO	11.787 cde [∞]	22.79 bcd [∞]
10TVR	100TVR	VOLKA	9.939 de [∞]	13.70 cd [∞]
10TVR	100TVR	C35	8.980 e [∞]	11.39 d [∞]
			DMS: 15.78	DMS: 79.07

[¶]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones.

[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, TVR = Tierra vega de río.

[§]C35 = citrange C35, VOLKA = limón volkameriano, CLEO = mandarina cleopatra. ddt = días después del trasplante

[∞]Concentración foliar de zinc deficiente, [Ⓢ]Concentración foliar de zinc adecuada, ^ΔConcentración foliar de zinc elevada.

5.5. Resistencia a la penetración superficial del sustrato

En el cuadro 23 se desglosa los valores encontrados para esta variable. La resistencia a la penetración es la forma como se mide el grado de compactación en los suelos. Para medirla, se emplea un instrumento llamado penetrómetro. La compactación también puede definirse como el aumento de la densidad de un suelo como resultado de la presión o las cargas aplicadas. Los suelos ricos en materia orgánica son menos susceptibles a la compactación. Estos suelos menos compactados tienen más espacios porosos para retener mayor volumen de agua y realizar los intercambios gaseosos, facilitan la conductividad del agua y propician mejor ambiente para el desarrollo de los microorganismos.

En lo que respecta al sustrato de los diferentes tratamientos se pudo observar que existen diferencias significativas en esta variable, siendo que el tratamiento 12.5% vermicompost presentó la más alta compactación, solo por debajo del testigo, las mezclas de los tratamientos con peat moss presentaron bajos niveles de compactación, lo cual provocó en el crecimiento longitudinal de las raíces, pero éstas presentaban bajo volumen radical

De León *et al.*, 1998; Aruani y Behmer, 2004, consideraron el rango de 2.6 a 3.3 kg cm⁻² como valores altos en relación a la resistencia a la penetración del sustrato. Los valores que se obtuvieron de los tratamientos de los diferentes sustratos no llegaron a este rango, el valor mas alto lo obtuvo el testigo (TVR) con 1.33 kg cm⁻² (Cuadro 23). Cabe señalar que el sustrato cuando es regado llega a duplicar su resistencia a la penetracion.de acuerdo a la medición que se realizó una vez que se regó el testigo, en donde encontramos mediciones desde 2.25 a 2.5 kg/cm².

Cuadro 23. Resistencia a la penetración superficial del sustrato utilizado para el crecimiento de tres portainjertos en diferentes fechas de muestreo.

Material Orgánico	Porcentaje	Muestra			Media
		1	2	3	
Compost	12.5	0.8	0.8	0.75	0.78
	25	0.7	0.65	0.75	0.70
	50	0.5	0.65	0.5	0.55
Vermicompost	12.5	0.9	0.85	0.9	0.88
	25	0.75	0.8	0.7	0.75
	50	0.5	0.65	0.6	0.58
Peat Moss	12.5	0.25	0.2	0.3	0.25
	25	0.2	0.15	0.15	0.17
	50	0.4	0.3	0.35	0.35
Tierra vega de río	100	1.25	1.5	1.25	1.33

TVR = Tierra vega de río.

5.6. Temperatura del sustrato

En el cuadro 24 se desglosan los valores para esta variable. Así también se pueden observar las temperaturas de los sustratos, van desde los 24 hasta los 38°C a los 10 cm de profundidad, la temperatura más alta se presentó en el tratamiento que contenía 25% de peat moss, y las más baja fué la de 50% vermicompost. Se observó que los portainjertos que crecieron en sustratos con peat moss desarrollaron menos raíces secundarias, en comparación con los portainjertos que se desarrollaron en compost y vermicompost, los cuales presentaron temperaturas menores a las del peat moss. Lo cual indica un posible efecto de las temperaturas más altas en la inhibición del crecimiento radical.

Cuadro 24. Temperatura de los sustratos a 10 cm de profundidad, en diferentes fechas.

Fecha	Compost			Vermicompost			Peat Moss			TVR
	12.5	25	50	12.5	25	50	12.5	25	50	100
08/04/2006	28	28	28	29	29	29	30	29	28	28
10/04/2006	24	25	25	25	26	26	26	25	25	24
12/04/2006	29	29	30	31	29	29	32	31	28	29
15/04/2006	30	32	31	34	30	31	36	35	29	31
17/04/2006	32	33	32	36	31	33	38	37	32	36
20/04/2006	24	24	24	25	25	23	26	25	24	25
23/04/2006	33	32	33	35	31	31	36	35	32	34
25/04/2006	24	24	24	26	25	25	27	26	24	25
27/04/2006	32	33	32	33	32	31	34	33	30	32
29/04/2006	31	31	32	32	31	32	33	32	30	31
01/05/2006	31	30	31	32	32	32	33	32	30	31
03/05/2006	35	33	33	37	34	34	38	37	34	37
05/05/2006	34	32	32	36	33	33	37	36	33	35
MEDIA	29.77	29.69	29.77	31.62	29.85	29.92	32.77	31.77	29.15	30.62

TVR = Tierra vega de río

5.7. Uso de nueve mezclas como sustratos en la producción del portainjerto Citrange C35, inoculado con *Glomus* Zac-19 e *intraradices* en vivero.

El experimento duró 270 días. Y se realizaron siete evaluaciones de campo y tres destructivos a los 90, 180 y 270 días después del transplante (ddt).

5.7.1. Evaluaciones de campo (Fase 2)

Se realizaron siete evaluaciones de campo en las cuales se midieron altura de planta, diámetro de tallo y bortes laterales. En el apéndice A2, se muestra el análisis de varianza para todas las fechas y variables donde se aprecia que a partir de los 180 ddt, existieron diferencias significativas para sustratos, portainjertos y la interacción entre ambos. Sin embargo, con el fin de facilitar el análisis e interpretación de los datos, en este apartado se discuten los datos correspondientes a los 180 ddt (cuando se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos) y 270 ddt cuando concluyó el experimento.

5.7.1.1. Altura de la Planta

La altura es una variable importante ya que refleja el grado de desarrollo de la planta, porque determina el momento en que se puede injertar. En el cuadro 25, se puede observar que las plantas de Citrange C35 inoculadas con *Glomus* Zac-19 (*G. Zac-19*) a los 180 ddt presentaron mayor altura (93.66 cm) y en el tratamiento 5 que contenía 25% de compost, pero fue estadísticamente similar a los tratamientos 1C, 3C y 6V inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V y 5V inoculados con *G. intraradices* y 1C, 2C y 3C testigos (no inoculados). Cabe señalar que tanto en el mejor tratamiento y los estadísticamente similares predominaron las mezclas con compost y vermicompost en 12.5, 25 y 50%, lo cual confirma los resultados obtenidos con C35 y limón volkamerriano en el experimento anterior, donde no se incluyó micorriza. Un punto muy importante en esta variable y otras que se presentaron posteriormente, es que los tratamientos testigo fueron iguales a los mejores tratamientos

inoculados con hongos micorrízicos arbusculares, con base a lo anterior, podemos comentar, que el uso de micorriza no presentó efectos benéficos en la producción de portainjertos de cítricos. La respuesta aquí obtenida, contrasta con la reportada por Alarcón y Ferrera-Cerrato, (2003) en plantas de cítricos producidos en invernadero. La falta de efecto positivo de la micorriza en los portainjertos, puede atribuirse a las altas temperaturas que presentaron los sustratos (Heinemeyer y Fitter, 2004). A los 270 ddt las plantas inoculadas con *G. Zac-19* del tratamiento 2C fué el que mayor altura obtuvo al igual que a los 180 ddt, siendo que a los 270 ddt los tratamientos similares estadísticamente se redujeron considerablemente y los cuales fueron el 1C inoculado con *G. Zac-19*; 5V inoculado con *G. intraradices* y el 2C testigo. El peor tratamiento fue el 22 testigo, pero fue igual a los tratamientos que incluyen *G. Zac-19* y *G. intraradices* (Cuadro 25). En las dos fechas de muestreos los peores tratamientos contenían peat moss, lo cual nos indica que el uso de este material no es recomendado para la producción de plantas en vivero de cítricos C35, limón volkameriano y mandarino cleopatra ya que no presenta beneficios para la planta y los costos se elevarían.

A los 180 ddt, la menor altura de las plantas se presentó en los tratamientos con peat moss al 25 y 50% en plantas inoculadas con *G. Zac-19*, pero fueron iguales a los tratamientos que contenían 12.5 y 50% de vermicompost y compost, que además estaban inoculados con *G. intraradices* y *G. Zac-19*, incluido el testigo absoluto, por lo que no hay una tendencia clara en relación al uso de micorrizas y sustratos en el portainjerto C35. Esta respuesta no coincide con los trabajos realizados por (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003; González-Chávez *et al.*, 2000.) y en el testigo (tierra vega de río), para el portainjerto C35 sin inocular e inoculado con los dos tipos de HMA. El mejor tratamiento fue con 25% de compost en el tratamiento inoculado con *G. Zac-19*; mientras que para *G. intraradices* los mejores tratamientos fueron con compost en todas sus proporciones y vermicompost al 25%. A los 270 ddt, sin inocular al

portainjerto, la mayor altura se obtuvo con compost y 25 y 50% de vemicompost, mientras que las plantas con menor altura fueron con peat moss y tierra vega de río.

Para la inoculación con *G. Zac-19*, la mayor altura fue con 12.5 y 25% de compost y las menores alturas fueron con peat moss al 50% y en el testigo (tierra vega de río), lo cual significa que si existe efecto del sustrato. En el caso de la inoculación con *G. intraradices* las alturas menores fueron con peat moss y en el testigo (tierra vega de río). El mejor tratamiento fue con 25% de vemicompost (Cuadro 25). Lo anterior indica que la aplicación de peat moss a la tierra vega de río, no es una práctica con la cual se aumente la altura de las plantas de C35 con inoculación con HMA o sin ésta; por el contrario, en algunas ocasiones, es mejor producir el portainjerto en tierra vega de río, que adicionarle peat moss. La respuesta observada en altura muestra que no existe efecto benéfico de utilizar micorriza en cítricos establecidos en vivero, lo contrario que observaron Alarcón y Ferrera-Cerrato (2003) y Quiang-Seheng y Ren-Xe (2006) en la producción en invernadero.

En la figura 23 se presenta la dinámica de crecimiento para C35 inoculado y no inoculado, donde se puede observar que de los 0 a los 180 ddt el crecimiento del portainjerto fue mayor que de los 180 a los 270 ddt, esto pudo ser debido a que este portainjerto su mayor desarrollo lo presenta a los 180 ddt y después de esa fecha el desarrollo es lento.

A los 180 ddt el mejor tratamiento fue el de compost y *G. Zac-19*, esta fecha se tomó como referencia ya que se observó que la planta tenía altura para ser injertada. Las plantas desarrolladas en *G. Zac-19*, fueron las que obtuvieron los valores más altos en los diferentes tratamientos, los inoculados con *G. intraradices* estuvieron por debajo de *G. Zac-19* y los peores resultados los presentaron los tratamientos 7P y 8P (Figura 24). Silveira *et al.* (2003) y Nogueira y Cardoso, (2006), mencionan que existe una relación entre el portainjerto y el HMA, la cual da como resultado mejor desarrollo de la planta, por ende una mayor altura en

relación a los portainjertos no inoculados. Sin embargo, en este caso no se observó este comportamiento.

Cuadro 25. Prueba de medias para altura de planta del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

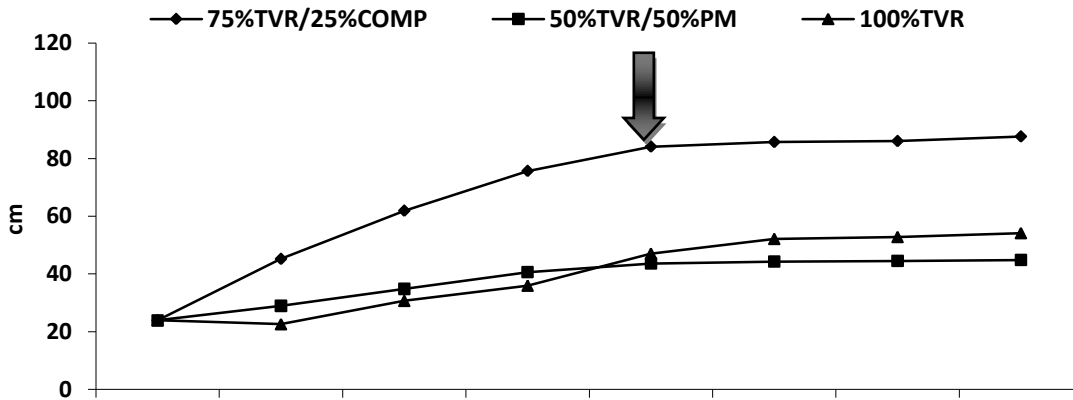
Tratamiento	Mezcla (%) [‡]	Cepa de inóculo micorrízico [§]	Altura (cm) [¶]	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	ZAC	93.667 a	107.500 a
2C	25C	TES	84.083 ab	87.583 abc
1C	12.5C	ZAC	82.833 ab	91.917 ab
5V	25V	INTRA	81.167 abc	92.333 ab
3C	50C	ZAC	79.667 abcd	86.333 abcd
2C	25C	INTRA	78.000 abcde	82.917 bcde
3C	50C	TES	75.250 abcde	79.167 bcdef
3C	50C	INTRA	75.000 abcdef	78.667 bcdef
1C	12.5C	INTRA	73.000 abcdefg	75.750 bcdefg
1C	12.5C	TES	72.500 abcdefg	74.917 bcdefg
4V	12.5V	INTRA	72.083 abcdefg	76.333 bcdefg
6V	50V	ZAC	71.500 abcdefg	79.833 bcdefg
5V	25V	ZAC	70.833 bcdefg	83.083 bcde
5V	25V	TES	70.583 bcdefg	72.750 bcdefgh
6V	50V	TES	67.417 bcdefgh	77.583 bcdef
7PM	25PM	ZAC	65.917 bcdefghi	80.167 bcde
4V	12.5V	ZAC	60.250 cdefghij	69.167 cdefghi
9T	100T	ZAC	58.417 defghij	66.667 cdefghi
7PM	25PM	INTRA	56.500 efghij	67.333 cdefghi
4V	12.5V	TES	56.167 efghij	58.083 fghij
8PM	50PM	INTRA	52.667 fghij	61.333 efghij
9T	100T	INTRA	52.417 ghij	65.083 defghij
6V	50V	INTRA	50.500 ghij	50.667 ij
9T	100T	TES	47.083 hij	54.167 ghij
8PM	50PM	TES	43.667 ij	44.833 j
7PM	25PM	TES	43.250 j	48.333 ij
8PM	50PM	ZAC	40.000 j	51.667 hij
			DMS: 22.51	DMS: 21.90

[¶]Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

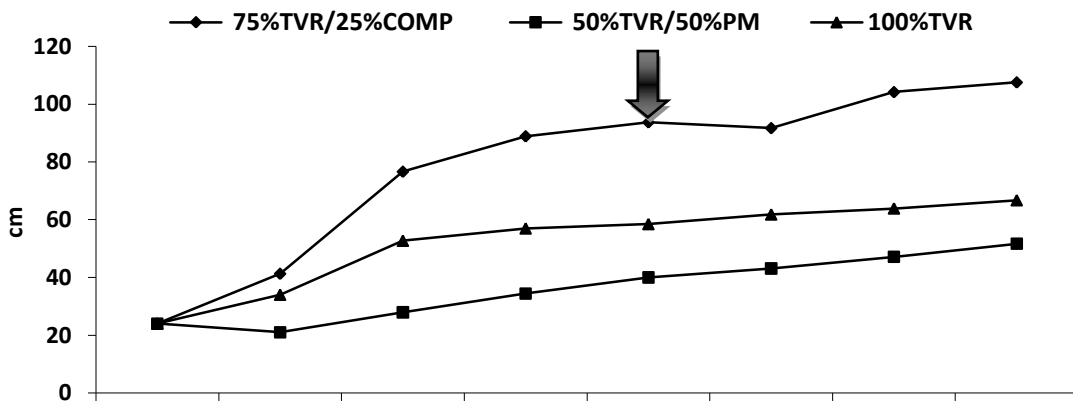
[‡]C = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

[§]ZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

SIN INOCULAR



Glomus ZAC-19



Glomus intraradices

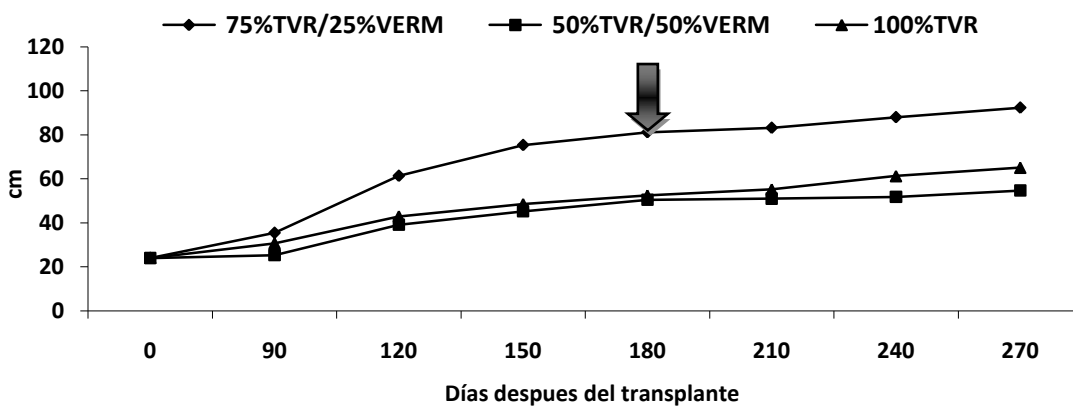


Figura 23. Altura de la planta en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 0 hasta los 270 ddt. Las flechas indican el momento en que las plantas presentaron diámetro para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.

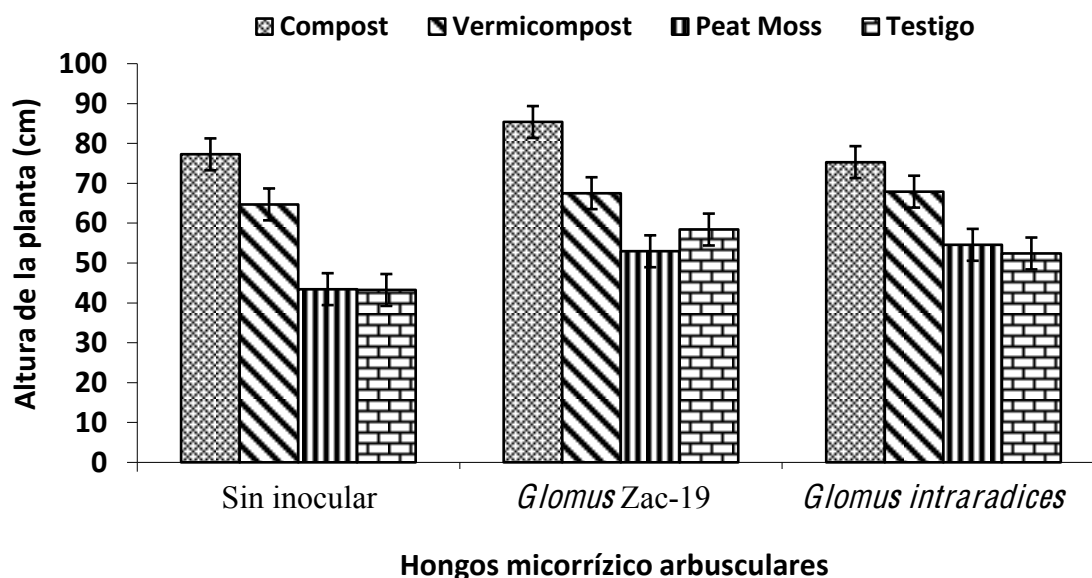


Figura 24. Promedios de las alturas del portainjerto de cítricos C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones).

5.7.1.2. Diámetro de tallo

En el cuadro 26 se observan los valores de esta variable obtenidos a los 180 ddt, en donde las plantas de los tratamientos 2C inoculado con *G. Zac-19* y 3C testigo obtuvieron los mayores diámetros de tallo pero fueron iguales estadísticamente a 1C, 2C 3C, 4V y 5V con *G. intraradices*; 1C, 3C, 5V, y 6V con *G. Zac-19* y 2C y 5V testigo. Lo anterior indica que tanto las plantas inoculadas como la no inoculada fueron iguales, por lo tanto no hubo efecto de la micorriza. Estos dos tratamientros fueron similares estadísticamente a los tratamientos 1C, 3C, 5V y 6V inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3V y 5V inoculados con *G. intraradices*; 2C y 6V testigo, en los tratamientos anteriores las mezclas de sustrato fueron con compost y vermicompost en porcentajes de 12.5, 25 y 50%. El peor tratamiento en las dos fechas de muestreo en el 8P. Cabe señalar que en 17 de los 27 tratamientos a esta fecha de muestreo estaban listos para injertarse.

En el cuadro 26 se presentan los valores a los 270 ddt de la prueba de medias de todos los tratamientos donde encontramos que el mayor diámetro de tallo lo obtuvo el tratamietno 2C testigo, lo cual resulta de interés. Pero los tratamientos 1C, 2C, 3C, y 5V inoculados con

G. Zac-19; 2C, 3V y 5V inoculados con *G. intraradices*; 3C y 6V testigo fueron estadísticamente similares a los mejores tratamientos. El peor tratamiento paradójicamente lo obtuvo el 7P. Cabe hacer mención que el mejor tratamiento contenía en su mezcla 25% de compost y el peor contenía 25% de peat moss, lo cual sugiere que el uso de peat moss no es bueno, si se quieren obtener plantas en menor tiempo. También se puede observar que tanto el mejor tratamiento testigo y mezclas contenían compost y vermicomposta a diferencia que el peor tratamiento, lo que permite indicar que el uso de estos dos materiales promueve el desarrollo de la planta. A esta fecha de muestreo 24 de los 27 tratamientos estaban listos para injertarse.

A los 180 ddt, en los tratamientos sin inocular e inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los materiales orgánicos que mayor diámetro de tallo provocaron en las plantas de C35 fueron con 25 y 50% de compost, mientras que los menores valores se obtuvieron con peat moss al 50% y con tierra vega de río. Para esta fecha, en 17 tratamientos se tenían plantas aptas para ser injertadas. A los 270 ddt, el diámetro mayor se obtuvo en las mezclas de tierra vega de río con 25 y 50% de compost, mientras que los más bajos fueron con peat moss y tierra vega de río al 100%. En esta última fecha de muestreo, el mayor diámetro de todas las plantas se obtuvo con los tratamientos sin inocular y con la adición de 25 y 50% de compost, 1.191 y 1.166 cm, respectivamente y en 24 tratamientos se tenían plantas aptas ser injertadas (Cuadro 26).

A los 180 ddt el mejor tratamiento fue el de compost y *G. Zac-19*, esta fecha se tomó como referencia ya que se observó que las plantas ya tenían el diámetro de tallo para ser injertadas (Figura 25). Las plantas del portainjerto desarrollado en *G. Zac-19*, fue el que obtuvo los valores más altos en los diferentes tratamientos, el portainjerto inoculado con *G. intraradices* estuvo por debajo de *G. Zac-19* y los resultados más bajos los presentó el testigo (Figura 25). Al igual que para la variable anterior, Alarcón y Ferrera-Cerrato (2003) y

Quiang-Seheng y Ren-Xe (2006), observaron que el desarrollo de la parte aérea de la planta se beneficia al ser inoculada con hongos micorrizicos arbusculares, pero en esta investigación la micorriza no mostró efectos entre plantas inoculadas y no inoculadas. Por lo tanto el efecto se puede atribuir al uso de sustratos.

En el cuadro 26 se observó que se presentaron dos mejores tratamientos a los 180 ddt, los cuales contenían 25 y 50% de compost inoculado con *G. Zac-19* y no inoculado respectivamente y el peor tratamiento en 50% de peat moss sin inocular. A los 270 ddt el mejor tratamiento fue con 50% compost inoculado con *G. intraradices* y el peor en 25% peat moss sin inocular. Cabe señalar que a los 180 ddt 17 de los 27 tratamientos alcanzaron en promedio el diámetro de tallo para ser injertados. a los 270 ddt 24 de los 27 tratamientos alcanzaron en promedio el diámetro de tallo para ser injertados. Lo cual difiere del primer experimento, en las dos fechas de muestreo. Para el tratamiento inoculado con *G. Zac-19* el mayor diámetro se obtuvo con la adición de 25% de compost y en *G. intraradices* fue con 50% de compost. Las plantas de menor diámetro se obtuvieron en el sustrato con 25% de peat moss para el tratamiento sin inocular, 50% de peat moss para el tratamiento inoculado con *G. Zac-19* y 50% de vermicompost para el tratamiento inoculado con *G. intraradices*. En la figura 26, se muestra la dinámica de crecimiento de los mejores y peores tratamientos, así como del testigo.

Cuadro 26. Prueba de medias para diámetro de tallo del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Diámetro de tallo (cm) ^d	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	ZAC	0.9641 a	1.150 ab
3C	50C	TES	0.9208 a	1.166 ab
2C	25C	TES	0.8916 ab	1.191 a
5V	25V	INTRA	0.8591 ab	1.079 abc
1C	12.5C	ZAC	0.8508 abc	1.033 abcde
2C	25C	INTRA	0.8466 abcd	1.050 abcd
3C	50C	ZAC	0.8350 abcd	1.062 abcd
5V	25V	ZAC	0.8325 abcde	1.025 abcde
3C	50C	INTRA	0.8275 abcdef	1.162 ab
6V	50V	ZAC	0.8258 abcdef	0.995 bcde
6V	50V	TES	0.8166 abcdefg	1.050 abcd
4V	12.5V	INTRA	0.8150 abcdefg	0.995 bcde
1C	12.5C	INTRA	0.8058 abcdefg	0.941 cdefg
4V	12.5V	ZAC	0.7408 bcefg	0.887 defgh
7PM	25PM	ZAC	0.7375 bcdefgh	0.862 efgh
9T	100T	ZAC	0.7283 bcdefgh	0.795 fghij
9T	100T	INTRA	0.7200 bcdefghi	0.900 cdefgh
5V	25V	TES	0.6818 cdefghij	0.863 efgh
6V	50V	INTRA	0.6750 defghij	0.766 ghijk
4V	12.5V	TES	0.6583 efghij	0.958 cdef
8PM	50PM	INTRA	0.6550 fghij	0.779 fghij
7PM	25PM	INTRA	0.6541 fghij	0.804 fghi
1C	12.5C	TES	0.6500 ghij	0.807 fghi
9T	100T	TES	0.6166 hij	0.650 ijk
7PM	25PM	TES	0.5500 ijk	0.583 k
8PM	50PM	ZAC	0.5400 jk	0.716 hijk
8PM	50PM	TES	0.4000 k	0.616 jk
			DMS: 0.174	DMS: 0.184

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del transplante.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegada de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus Zac-19* (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

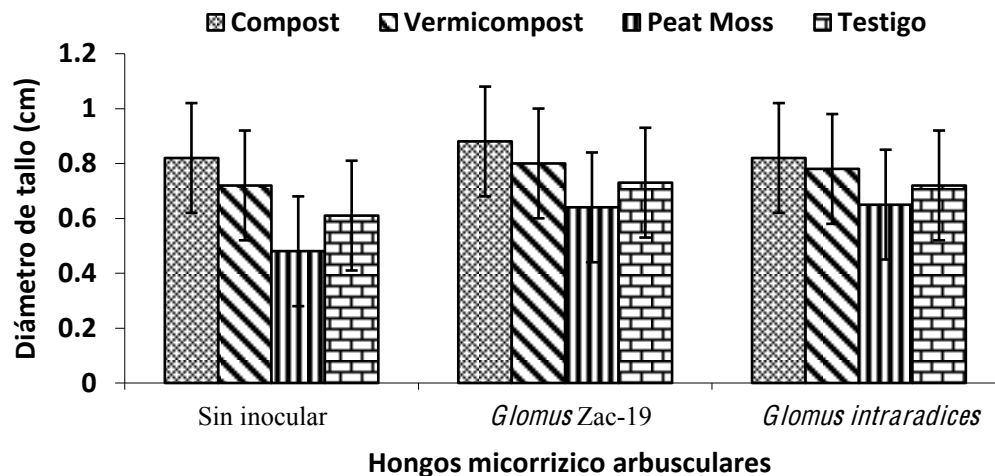
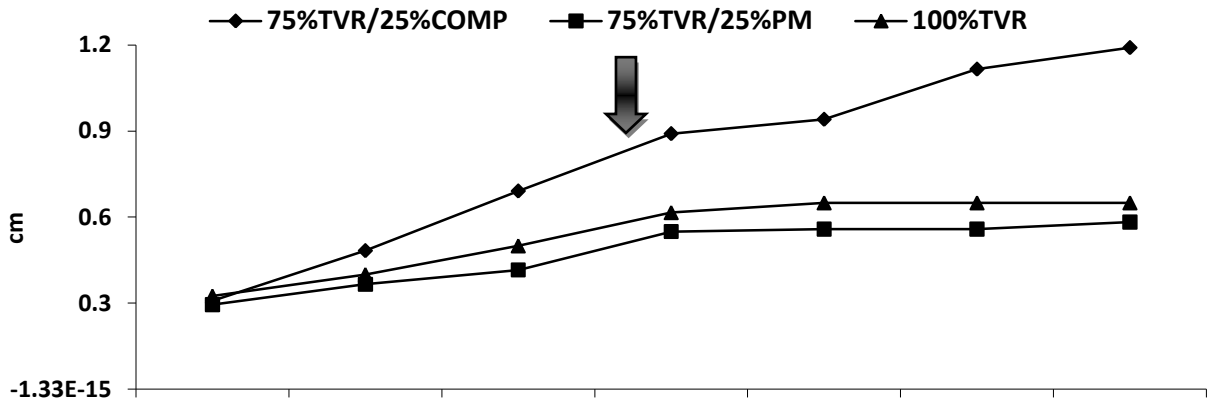
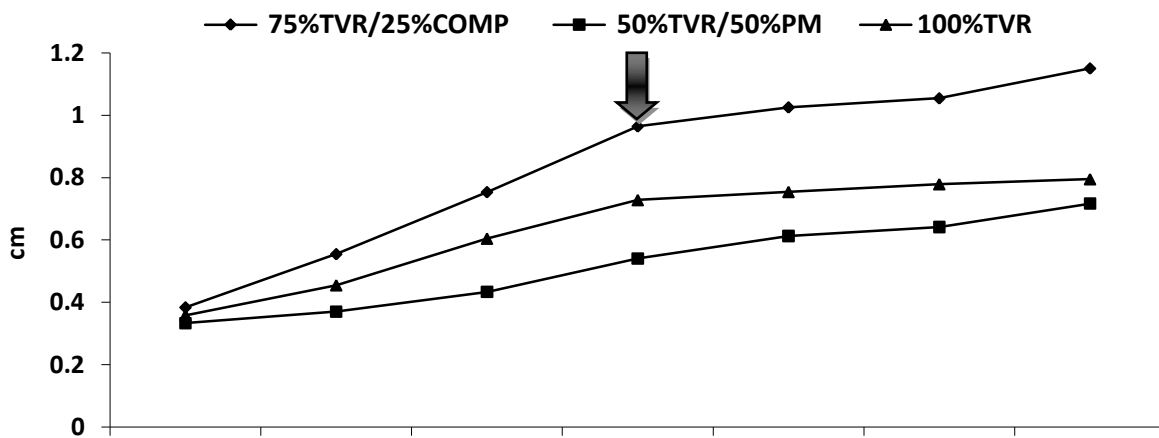


Figura 25. Promedios del diámetro de tallo del portainjerto citrange C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones).

SIN INOCULAR



Glomus ZAG-19



Glomus intraradices

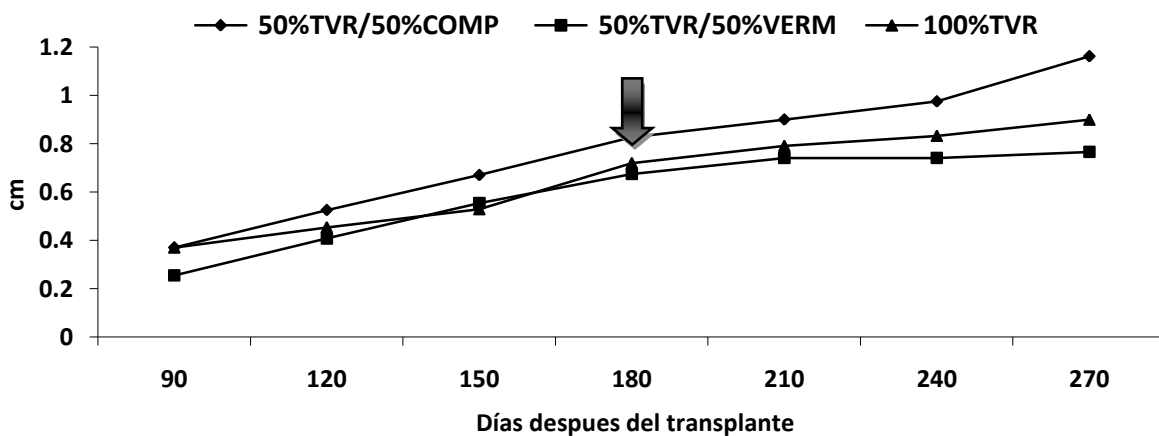


Figura 26. Crecimiento del diámetro de tallo en el mejor, peor tratamiento y testigo desde los 0 hasta los 270 ddt del portainjerto citrange C35. Las flechas indican el momento en el que las plantas presentaron diámetro adecuado para ser injertadas. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.

5.7.1.3. Número de brotes

La poda de brotes en los portainjertos de cítricos es una práctica común en los viveros, la cual es recurrente para poder mejorar al desarrollo del tallo, ya que la energía que se gastaría en la producción de los brotes, la aprovecha el tallo principal del portainjerto. Dicho lo anterior en la investigación encontramos que a los 180 ddt, todos los tratamientos inoculados y sin inocular con HMA presentaron similar número de brotes y fueron estadísticamente iguales. Por lo que el uso de micorrizas no presenta efectos diferentes a los tratamientos no inoculados. A los 270 ddt, las plantas inoculadas con *G. Zac-19* en el tratamiento con 50% de vemicompost presentó mayor número de brotes que con 25% de peat moss; mientras que para las plantas inoculadas con *G. intraradices* con 25% de vemicompost superó al tratamiento con 50% de compost. Todos los tratamientos nuevamente fueron estadísticamente iguales (Cuadro 27). Para los tratamientos inoculados, la mejor mezcla fue con 50% de vemicompost, mientras que sin inoculación de HMA fue con 50% de compost, a los 270 ddt (Figura 27). Lo que si es claro, es que en este experimento se presentaron valores más altos en esta variable que en el experimento 1. Así también que el mayor número de brotes se presentaron entre los 240 y 270 ddt.

En los tratamientos con *G. Zac-19* y *G. intraradices*, el testigo fue el que presentó mayor cantidad de brotes, pero también presentó menor altura de planta, por lo tanto existe una relación entre la presencia de brotes y la altura, así como el diámetro de tallo. Lo ideal es tener la menor cantidad de brotes para que el tallo pueda desarrollarse rápidamente y alcanzar el diámetro para ser injertado. Damián (1996), observó diferencias entre portainjertos en relación al número de hojas, en este caso la diferencia se hace entre tratamientos y uso de hongos micorrizicos. Observándose que los portainjertos con compost, vemicompost y peat moss, presentaron menor cantidad de brotes en relación al testigo y al

portainjerto sin inocular. De todos los tratamientos y en las dos fechas de muestreo no se presentaron diferencias significativas.

Cuadro 27. Prueba de medias para número de brotes del portainjerto citrange C35 desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

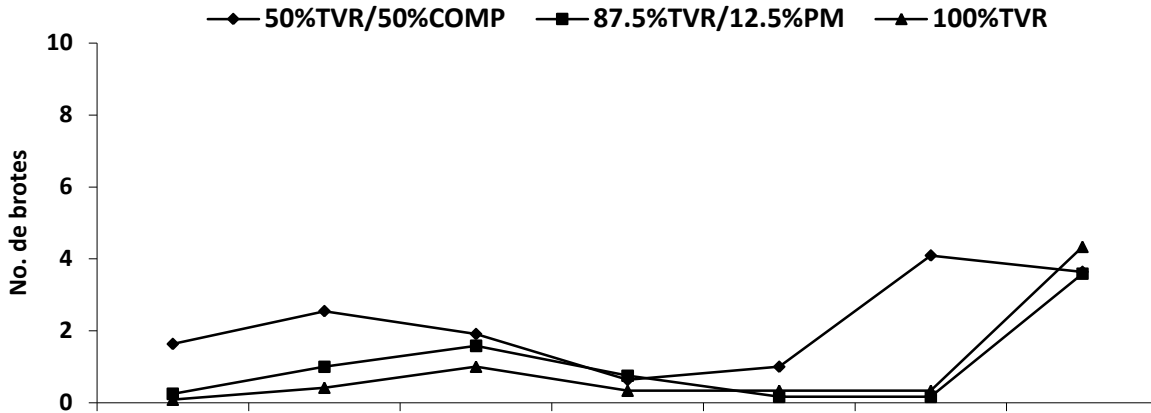
Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^é	Cepa de inóculo micorrízico ^z	Número de brotes ^ñ	
			180 ddt	270 ddt
4V	12.5V	INTRA	3.00 a	6.545 a
9T	100T	ZAC	3.00 a	6.900 a
3C	50C	ZAC	2.50 a	5.167 a
4V	12.5V	ZAC	2.50 a	5.000 a
4V	12.5V	TES	2.00 a	3.833 a
6V	50V	INTRA	2.00 a	5.917 a
6V	50V	ZAC	2.00 a	8.583 a
8PM	50PM	TES	1.83 a	6.083 a
3C	50C	TES	1.75 a	6.636 a
1C	12.5C	TES	1.66 a	5.200 a
6V	50V	TES	1.50 a	6.364 a
5V	25V	ZAC	1.50 a	3.727 a
2C	25C	INTRA	1.50 a	5.286 a
5V	25V	INTRA	1.50 a	7.000 a
5V	25V	TES	1.40 a	4.909 a
9T	100T	TES	1.33 a	4.727 a
1C	12.5C	ZAC	1.33 a	5.545 a
9T	100T	INTRA	1.33 a	3.375 a
7PM	25PM	ZAC	1.33 a	3.400 a
2C	25C	TES	1.25 a	6.455 a
7PM	25PM	TES	1.00 a	4.083 a
3C	50C	INTRA	1.00 a	3.286 a
8PM	50PM	ZAC	1.00 a	5.182 a
1C	12.5C	INTRA	1.00 a	7.288 a
7PM	25PM	INTRA	1.00 a	4.500 a
8PM	50PM	INTRA	1.00 a	4.000 a
2C	25C	ZAC	1.00 a	5.100 a
			DMS: 2.99	DMS: 6.12

^ñMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

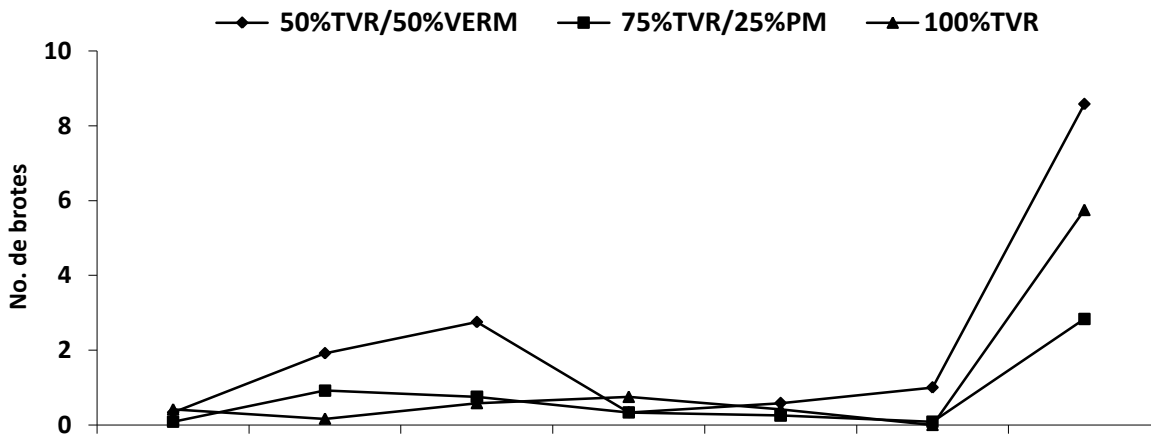
^éC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^zZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

SIN INOCULAR



Glomus ZAG-19



Glomus intraradices

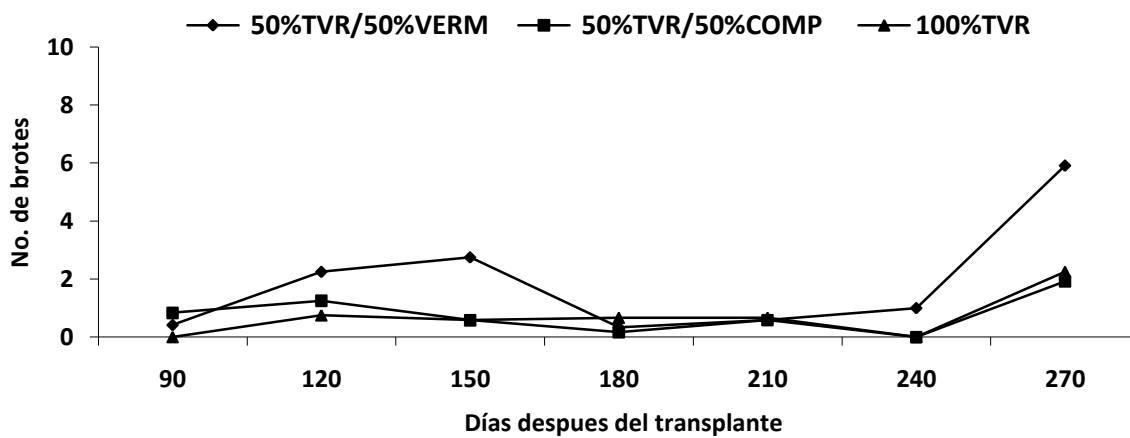


Figura 27. Número de brotes en el mejor, peor y testigo desde los 90 hasta los 270 ddt. TVR = Tierra vega de río, COMP = Compost, VERM = Vermicompost, PM = Peat moss.

5.8. Muestreos destructivos (Fase 2)

5.8.1. Longitud de la raíz

Uno de los microorganismos más estudiados y empleados en la actualidad, es la *Micorriza*. Son tantas las especies, cepas existentes, y tan diversas sus formas de actuar en la planta y en el suelo, que podemos asegurar que están presentes en casi todas las especies vegetales y los suelos agrícolas existentes en el Mundo (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003). El hongo, coloniza las raíces y llega a ser parte de ella desarrollando filamentos micélicos (micelio o conducto extenso, compuesto por muchas hifas), que a modo de sistema radical y altamente efectivo, ayuda a la planta a adquirir nutrientes y agua del suelo (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003). También el hongo, al extender el área radical, facilita que la planta incremente su capacidad de sostenerse físicamente en dicho suelo, mejorando su resistencia y adaptabilidad. A cambio, el hongo recibe hidratos de carbono (azúcares, almidones, etc), que necesita para su alimentación, proveniente de la fotosíntesis de la planta. Así, gracias a la actuación de la micorriza (hongo - raíz), se ve favorecido el desarrollo tanto de la planta como del hongo (Ruiz *et al.*, 2001; Mendoza y Ramírez, 2001). En el cuadro 28 se muestra que el mejor tratamiento es el 5V inoculado con *G. Zac-19* con 38.33 cm longitud de raíz pero los tratamientos 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C, 4V, 5V y 6V testigo fueron similares estadísticamente al mejor tratamiento, y estos contenían en sus mezclas los tres materiales empleados en esta investigación. Así también se puede observar que los peores tratamientos fueron el 7P, 8P y 9T que contenían 25 y 50% de peat moss y 100% de tierra vega de río respectivamente. A los 270 ddt el mejor tratamiento no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 28). Cabe señalar que la raíz, de los 180 a los 270 ddt solo creció en promedio 10 cm, con todos los tratamientos.

A los 180 ddt, sólo se presentaron diferencias entre el tratamiento con 25% que superó al de 12.5% de vermicompost, con todas las proporciones de peat moss y el testigo, solo con tierra vega de río. A los 270 ddt, no se presentaron diferencias entre tratamientos, tanto en las plantas inoculadas y no inoculados con HMA (Cuadro 28). El mejor tratamiento a los 270 ddt, fue el de 25% de vermicompost para los tratamientos sin inocular, 50% de vermicompost para los inoculados con *G. Zac-19* y 25% de peat moss para los inoculados con *G. intraradices*. En cuanto al efecto de la inoculación con HMA, los tratamientos inoculados con HMA presentaron raíces más largas que el testigo sin inocular a los 180 ddt, tendencia que no se presentó a los 270 ddt (Cuadro 28). En algunos casos no hubo crecimiento y en otros se presentó decremento en la longitud de la raíz, esto es atribuido a que se usaron diferentes plantas para cada muestreo.

Cuadro 28. Prueba de medias para longitud de raíz del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonos, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Longitud de raíz (cm) ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	ZAC	38.333 a	32.667 a
9T	100T	ZAC	36.000 ab	29.333 a
3C	50C	ZAC	36.000 ab	35.000 a
6V	50V	TES	35.667 ab	33.833 a
8PM	50PM	ZAC	35.333 ab	29.333 a
1C	12C	INTRA	35.000 ab	32.667 a
2C	25C	ZAC	35.000 ab	37.667 a
8PM	50PM	INTRA	34.333 ab	41.333 a
7PM	25PM	INTRA	34.333 ab	34.333 a
7PM	25PM	ZAC	34.333 ab	39.000 a
6V	50V	INTRA	33.667 ab	32.333 a
4V	12V	ZAC	33.667 ab	33.333 a
3C	50C	INTRA	33.667 ab	31.500 a
5V	25V	INTRA	33.333 ab	29.333 a
4V	12V	INTRA	33.333 ab	33.000 a
2C	25C	TES	33.333 ab	32.000 a
1C	12C	ZAC	32.000 ab	31.833 a
6V	50V	ZAC	32.000 ab	42.333 a
3C	50C	TES	32.000 ab	37.000 a
2C	25C	INTRA	31.667 ab	35.333 a
1C	12C	TES	31.000 ab	35.667 a
9T	100T	INTRA	30.667 ab	32.333 a
5V	25V	TES	29.333 ab	32.500 a
4V	12V	TES	28.333 ab	30.500 a
9T	100T	TES	27.333 b	36.833 a
8PM	50PM	TES	27.333 b	34.667 a
7PM	25PM	TES	26.667 b	32.167 a
			DMS: 10.87	DMS: 17.29

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

El mejor tratamiento a los 180 ddt para esta variable fue el desarrollado con 25% de vermicompost inculado con *G. Zac-19*, cabe indicar que 23 de los 26 tratamientos restantes fueron similares al mejor tratamiento. Los tres tratamientos restantes fueron los peores y tenían 100% tierra vega de río, 25 y 50 peat moss, todos sin inocular. A los 270 ddt no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Las plantas de C35 inoculadas con *G. Zac-19*, fueron las que mayores valores obtuvieron en los diferentes tratamientos, seguidas por las plantas que se inocularon con *G. intraradices*. Cabe mencionar que a los 180 y 270 ddt, no hubo diferencias entre los tratamientos inculados. El testigo a los 180 ddt, fue el que presento diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Siendo los valores mas bajos en esta variable. Esto se pudo observar cuando se obtuvo el valor de la unidad de peso de la raíz, ya que existe relacion entre la longitud de la raíz y el peso de la misma como lo comprobaron Avilan *et al.*, (1989).

5.8.2. Peso de la materia seca de la planta

Dado que los hongos micorrízicos arbusculares promueven el crecimiento de la raíz y la parte aérea y en consecuencia afecta el peso de la materia fresca y seca de la misma, por ello encontramos el mejor tratamiento fue 5V inoculado con *G. Zac-19* pero fueron estadísticamente similares los tratamientos 2C, 3C y 4V inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 5V y 6V inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C, 5V y 6V de plantas no inoculadas. Tanto en el mejor tratamiento como en los que fueron iguales estadísticamente en sustratos que contenían proporciones de 12.5, 25 y 50% de compost (1C, 2C y 3C respectivamente) y 12.5, 25 y 50% de vermicompost (4V, 5V y 6V respectivamente). Los peores resultados se presentaron en los tratamientos 8P inoculado con *G. Zac-19*; 9T inoculado con *G. intraradices*; y 4V, 7P, 8P y 9T sin inocular (Cuadro 29). En el cuadro 29 se muestra que el tratamiento 3C inoculado con *G. Zac-19* fue el que mostro mayor peso de la materia

seca de la planta a los 270 ddt, pero fue estadísticamente similar a 1C, 2C, 4V y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 3C y 5V inoculados con *G. intraradices*; y 3C y 5V testigo. Y el peor tratamiento fue 8P testigo. Cabe señalar que el tratamiento 9T inoculado con *G. Zac-19* y no inoculado el sustrato en el que se desarrolló es de 100% tierra vega de río, y se encontró dentro de los tratamientos similares estadísticamente al mejor tratamiento y el peor que fue 8P testigo, fue en una mezcla que contiene 50% de peat moss, lo cual hace suponer que con el uso de peat moss se obtienen menores pesos de la materia seca de la planta que el simple uso de tierra vega de río.

A los 180 ddt, en los tratamientos sin inocular e inoculados con *G. intraradices*, en las mezclas con vermicompost y compost superaron que contenían peat moss y al testigo, solo con tierra vega de río. En las plantas inoculadas con *G. Zac-19* no se presentaron diferencias significativas. A los 270 ddt, el tratamiento con 12.5% de compost superó a los demás en las plantas sin inocular e inoculadas con *G. Zac-19*; mientras que, para las plantas inoculadas con *G. intraradices* no se presentaron diferencias entre las mezclas suelo-materiales orgánicos (Cuadro 29). A los 270 ddt, la mejor mezcla para promover el crecimiento de la planta fue 12.5% de compost en las plantas sin inocular con HMA, 50% de compost para las plantas inoculadas con *G. Zac-19* y 25% de vermicompost para las plantas inoculadas con *G. intraradices*. En cuanto al efecto de la inoculación micorrízica, no se presentaron diferencias con las plantas sin inocular en cuanto al peso seco de la parte aérea, en ninguna de las fechas de muestreo. Se observó que los mejores tratamientos a los 180 y 270 ddt, fueron los tratamientos desarrollados en 25 y 50% de compost inoculados con *G. Zac-19*, respectivamente, que también presentaron tratamientos con menores pesos en los dos muestreos (Cuadro 29). Esta situación impide saber si existe tendencias con relación a algún tratamiento.

Cuadro 29. Prueba de medias para peso de materia seca de la parte aérea del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	peso de la materia seca de la planta (g) ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	ZAC	15.920 a	6.240 bc
2C	25C	ZAC	13.543 ab	11.373 abc
4V	12.5V	INTRA	11.077 abc	8.617 bc
3C	50C	TES	10.717 abc	12.367 abc
6V	50V	INTRA	10.450 abc	8.670 bc
3C	50C	ZAC	10.410 abc	19.880 a
2C	25C	TES	10.233 abc	6.687 bc
1C	12.5C	TES	10.127 abc	9.523 bc
5V	25V	INTRA	9.393 abc	10.340 abc
1C	12.5C	INTRA	8.717 abc	6.293 bc
6V	50V	TES	8.330 abc	8.310 bc
3C	50C	INTRA	8.093 abc	11.100 abc
6V	50V	ZAC	8.007 abc	7.280 bc
2C	25C	INTRA	7.843 abc	9.860 bc
5V	25V	TES	7.773 abc	15.250 ab
4V	12.5V	ZAC	6.863 bc	13.800 abc
1C	12.5C	ZAC	6.453 bc	11.470 abc
9T	100T	ZAC	5.443 bc	14.560 abc
7PM	25PM	ZAC	5.190 bc	5.280 bc
8PM	50PM	INTRA	4.837 bc	8.320 bc
7PM	25PM	INTRA	4.687 bc	6.370 bc
9T	100T	INTRA	4.263 c	6.267 bc
4V	12.5V	TES	3.723 c	6.840 bc
8PM	50PM	ZAC	3.673 c	5.840 bc
9T	100T	TES	3.627 c	10.190 abc
8PM	50PM	TES	3.310 c	5.270 c
7PM	25PM	TES	3.093 c	9.107 bc
			DMS:9.02	DMS: 9.73

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegada de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

El mejor tratamiento a los 180 ddt para esta variable fue el inoculado con *G. intraradices* y el cual se desarrollo en vermicompost, seguido por el tratamiento inoculado con *G. Zac-19* desarrollado en compost. Los valores más bajos a los 180 ddt, lo obtuvieron las plantas sin inocular y que se desarrollaron el peat moss y en 100% tierra vega de río. Cabe señalar que el portainjerto inoculado tuvo una respuesta positiva a la inoculación. Ya que presnto valores por encima de las plantas no inoculadas (Figura 28). Los efectos por el uso de diferentes mezclas de sustratos se ven reflejados en la relacion HMA y sustrato.

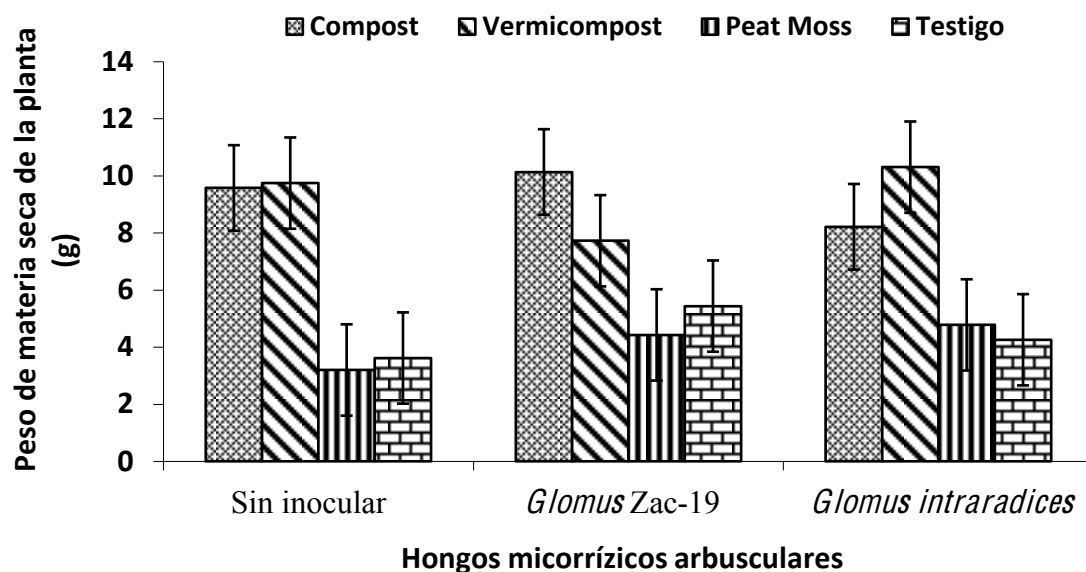


Figura 28. Promedios del peso de la materia seca del portainjerto de cítricos C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones).

5.8.3. Área foliar

En el cuadro 30 se muestra que el tratamiento 5V inoculado con *G. Zac-19* fue el mejor en esta variable a los 180 ddt, ya que obtuvo el valor numerico mas alto en la prueba de medias, pero fue similar estadísticamente a los tratamientos 2C, 3C, 4V y 6V inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 5V y 6V inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C y 5V sin inocular, cuyas proporciones fueron de 12.5 a 50% de compóst y vermicompost. Los peores tratamientos fueron 8P inoculado con *G. Zac-19*; 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 4V, 7P, 8P y 9T sin inocular. A los 270 ddt el mejor tratamiento fue el 3C inoculado con *G. Zac-19* cuya proporción de sustratos contenía 50% de compóst, pero en la prueba de medias se presentó que los tratamientos 1C, 2C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P y 9T sin inocular, fueron similares al mejor tratamiento. Entre el mejor tratamiento y sus similares se presentaron todas las mezclas que se utilizaron en este experimento por lo

que no se puede establecer una tendencia. El peor tratamiento fue el 8P sin inocular (Cuadro 30). Solo se presentaron diferencias entre sustratos en las plantas sin inocular y las inoculadas con *G. Zac-19* a los 180 ddt; donde se destacó el tratamiento con 25% de compost sobre los demás sustratos. Para los demás casos, no se presentaron diferencias. De igual manera, al comparar los efectos de la inoculación micorrízica, las plantas inoculadas tuvieron área foliar similar que las no inoculadas, en ambas fechas de muestreo. En la figura 29 se aprecia que los tratamientos con 25% de vermicompost, 50% de compost y 50% de vermicompost fueron los que mayor área foliar provocaron en las plantas sin inocular, inoculadas con *G. Zac-19* e inoculadas con *G. intraradices*, respectivamente. Los tratamientos con 25 y 50% de peat moss presentaron valores por debajo del testigo sin materiales orgánicos. Cabe destacar que tanto en los tratamientos inoculados y no inoculados en las dos fechas de muestreo no hubo diferencias estadísticas.

En el cuadro 30 se observa que a los 180 ddt el mejor tratamiento se desarrolló en 25% de vermicompost inoculado con *G. Zac-19*, teniendo 15 valores similares entre los tratamientos y siete valores observados como peores tratamientos los cuales en su mayoría se presentaron en los tratamientos desarrollados en peat moss. A los 270 ddt el mejor tratamiento se desarrolló en 50% de compost inoculado con *G. Zac-19* y el peor en 50% de peat moss sin inocular. Cabe señalar que 26 de los 27 tratamientos en esta última fecha de muestreo resultaron similares al mejor tratamiento.

Cuadro 30. Prueba de medias para área foliar del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Área foliar ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	ZAC	368.80 a	319.33 ab
2C	25C	ZAC	330.00 ab	276.33 ab
6V	50V	INTRA	255.33 abc	200.33 ab
2C	25C	TES	222.45 abc	136.56 ab
3C	50C	TES	220.84 abc	261.46 ab
6V	50V	ZAC	215.33 abc	177.33 ab
4V	12.5V	INTRA	206.67 abc	172.33 ab
1C	12.5C	TES	204.18 abc	193.50 ab
1C	12.5C	INTRA	200.06 abc	148.50 ab
6V	50V	TES	197.67 abc	203.78 ab
5V	25V	INTRA	194.67 abc	211.33 ab
3C	50C	ZAC	189.08 abc	368.81 a
3C	50C	INTRA	159.71 abc	205.45 ab
4V	12.5V	ZAC	157.67 abc	146.67 ab
5V	25V	TES	152.79 abc	300.62 ab
2C	25C	INTRA	144.67 abc	179.33 ab
7PM	25PM	ZAC	128.33 bc	138.67 ab
7PM	25PM	INTRA	112.33 bc	151.67 ab
9T	100T	ZAC	106.00 bc	278.33 ab
1C	12.5C	ZAC	105.91 bc	190.92 ab
8PM	50PM	INTRA	98.00 c	172.00 ab
9T	100T	TES	96.55 c	277.35 ab
9T	100T	INTRA	96.33 c	139.33 ab
4V	12.5V	TES	94.55 c	178.07 ab
8PM	50PM	ZAC	93.00 c	142.00 ab
8PM	50PM	TES	76.78 c	120.60 b
7PM	25PM	TES	76.53 c	232.83 ab
			DMS:228.72	DMS: 242.36

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

^bC= Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

En la Figura 29, se puede observar que las plantas sin inocular desarrolladas en a los 180 en compost y vermicompost, obtuvieron valores por encima de plantas inoculadas. Lo cual nos demuestra que la inoculación de HMA ante las mezclas de sustratos no es eficiente, pero cuando las plantas se inocularon con *G. intraradices* y se desarrollaron en peat moss y 100% de tierra vega de río, los valores estuvieron por encima de las plantas no inoculadas e inoculadas con *G. Zac-19*. Siendo estas últimas las que obtuvieron valores por debajo de las plantas no inoculadas. El caso de las plantas inoculadas con *G. intraradices*, coincide con los resultados de Alarcón y Ferrera (2003) donde mencionan que el aumento de la parte aérea es causado por los HMA.

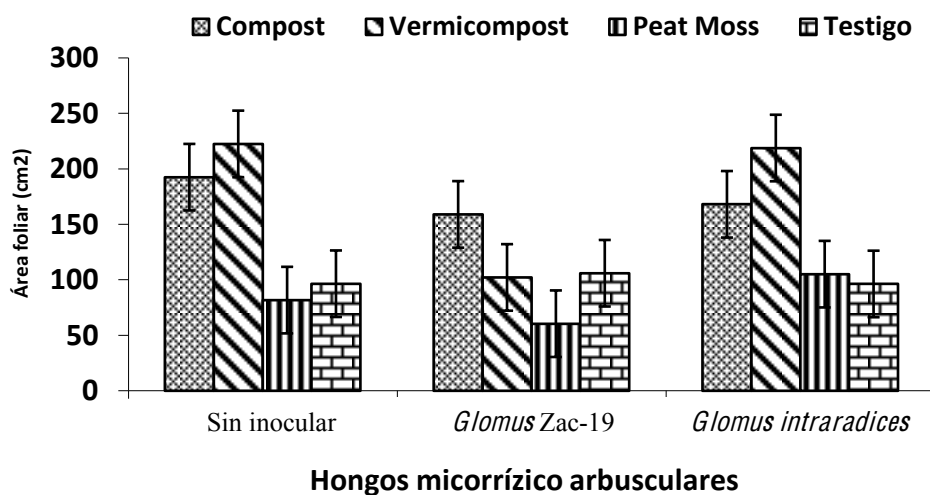


Figura 29. Promedios del área foliar del portainjerto de cítricos C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del transplante (media de 12 observaciones).

5.8.4. Tasa de crecimiento relativo

En el cuadro 31 se muestra la prueba de medias de los tratamientos a los 180 ddt, cuyo resultado fue que entre ellos no hubo diferencias significativas estadísticamente. Por lo tanto, no hubo algún beneficio de la micorriza hacia las plantas esta respuesta contrasta con la observada por diversos autores (Alarcón *et al.* 1998; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999; Alarcón *et al.*, 2001a y b; Andrade *et al.*, 2003) . A los 270 ddt se observa que el tratamiento que obtuvo el valor mas alto en esta variable fue el 2C inoculado con *G. Zac-19* cuyo mezcla contenia 25% de compost, pero fue similar a los tratamientos 1C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V y 9T testigo. Los valores mas bajos y direntes estadísticamente los presento los tratamientos 8P inoculado con *G. Zac-19*; y 7P y 8P sin inocular (Cuadro 31). Como se puede observar los últimos tratamiento contienen en sus mezclas 25 y 50% de peat moss. La tasa de crecimiento relativo (TCR) fue menor en las plantas de los tres portainjertos cultivadas en tierra vega de río adicionada con 25 y 50% de peat moss, inclusive, éstos tratamientos fueron superados por el testigo (tierra vega de río).

Cuadro 31. Prueba de medias para tasa de crecimiento relativo del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Tasa de crecimiento relativo ^d	
			180 ddt	270 ddt
2C	25C	ZAC	0.490 a	0.370 a
2C	25C	TES	0.486 a	0.290 ab
3C	50C	TES	0.486 a	0.310 ab
3C	50C	ZAC	0.463 a	0.323 ab
6V	50V	TES	0.453 a	0.200 ab
1C	12.5C	INTRA	0.416 a	0.266 ab
3C	50C	INTRA	0.416 a	0.293 ab
4V	12.5V	INTRA	0.410 a	0.296 ab
1C	12.5C	TES	0.406 a	0.326 ab
5V	25V	TES	0.403 a	0.200 ab
5V	25V	INTRA	0.403 a	0.238 ab
6V	50V	INTRA	0.400 a	0.210 ab
9T	100T	ZAC	0.390 a	0.276 ab
5V	25V	ZAC	0.373 a	0.270 ab
6V	50V	ZAC	0.370 a	0.243 ab
7PM	25PM	ZAC	0.353 a	0.226 ab
2C	25C	INTRA	0.346 a	0.293 ab
4V	12.5V	ZAC	0.333 a	0.323 ab
8PM	50PM	ZAC	0.326 a	0.176 b
7PM	25PM	INTRA	0.310 a	0.213 ab
4V	12.5V	TES	0.296 a	0.290 ab
8PM	50PM	INTRA	0.296 a	0.203 ab
1C	12.5C	ZAC	0.293 a	0.283 ab
9T	100T	TES	0.286 a	0.223 ab
9T	100T	INTRA	0.286 a	0.240 ab
8PM	50PM	TES	0.276 a	0.176 b
7PM	25PM	TES	0.233 a	0.160 b
			DMS:0.286	DMS: 0.171

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del transplante.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

Los mejores tratamientos en esta variable fueron, 50% de compost para las plantas inoculadas no inoculadas, 50% de compost inoculadas con *G. Zac-19*, 25% y 25 % de vermicompost para las plantas inoculadas con *G. intraradices*. En la primer fecha de muestreo se observaron diferencias numericas pero no estadísticas, en la segunda fecha de muestreo, 23 tratamientos fueron similares al mejor que contenía 25% de compost inoculado con *G. Zac-19*, y el peor fue el que contenía 100% de tierra vega de río sin inocular.

Las mejores valores obtenidos por plantas en ralización a la variable tasa de crecimiento relativo, fueron las inóclados con *G. Zac-19*, ya que presentaron los valores mas altos en los diferentes tratamientos a los 180 ddt, seguidos las plantas inoculadas con *G. intraradices* y por ultimo las plantas no inoculadas (Figura 30). No existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos inoculados con HMA, pero si existieron diferencias entre los tratamientos sin inocular y los inoculados. El mismo efecto fue avaluado por Wagner *et*

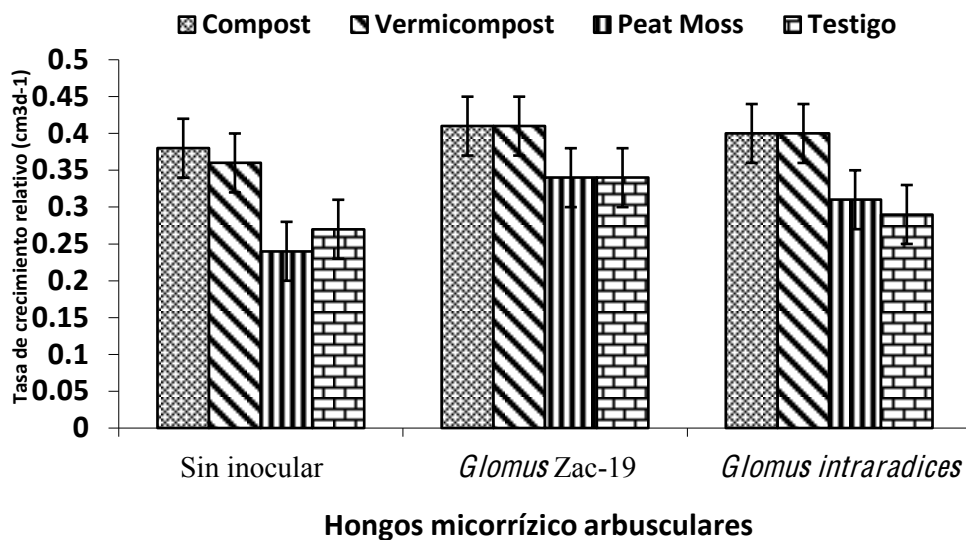


Figura 30. Promedios de la tasa de crecimiento relativo del portainjerto de cítricos C35 inoculado con *G. Zac-19* y *G. intraradices* los 180 días después del trasplante (media de 12 observaciones).

al., (2002), cuando observó el efecto del uso de HMA en varios patrones de cítricos sobre el desarrollo, crecimiento y calidad de naranja, donde corroboró que la presencia de HMA en la planta mejora la producción y calidad del fruto. De esta manera se puede deducir que el uso de HMA influye en esta variable (Porrás-Piedra *et al.*, 2004). Lo cual contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo.

5.9. Análisis químico de la planta (Fase 2)

5.9.1. Nitrógeno

Algunos efectos benéficos que producen los hongos micorrízicos es que promueven la absorción de nutrientes como el N, P, K, Zn entre otros, las cuales son órganos formados por la raíz de la planta y el micelio del hongo. Cuya función es la de un sistema de absorción que se extiende por el suelo y es capaz de proporcionar agua y nutrientes (nitrógeno y fósforo) a la planta, y proteger las raíces contra algunas enfermedades. Y recibe a cambio los azúcares que necesita, proveniente de la fotosíntesis de la planta. De esta forma se produce la

simbiosis entre el hongo y la planta, para lo cual es necesario que las condiciones medioambientales sean favorables a ambos (www.mycorrhiza.ag.utk.edu). Dicho lo anterior en el cuadro 32 se observa que el tratamiento 4V inoculado con *G. Zac-19* presento el mayor porcentaje de nitrógeno total a los 180 ddt y cuya mezcla contenía 12.5% de vermicomposta, pero fue similar a los tratamientos 1C, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, y 8P testigos. Por lo anterior se puede deducir que el uso de la estadística no es relevante para la caracterización de contenido de nitrógeno, ya que la mayoría de los tratamientos presentados en el cuadro 32 son estadísticamente iguales. A los 270 ddt el mejor tratamiento fue el 6V inoculado con *G. intraradices* cuya mezcla estaba compuesta por 50% de vermicomposta, así también se presentaron 23 valores estadísticamente similares al mejor tratamiento (Cuadro 32). En las dos fechas de muestre el peor tratamiento fue el 7P testigo que contenía 25% de peat moss. Las plantas que fueron inoculadas con *G. Zac-19* y *G. intraradices*, presentaron mínimas diferencias significativas, sin en cambio los valores de las plantas que no se inocularon presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Esto puede atribuirse a que los valores de DMS fueron mas altos en los tratamientos inóculados a los no inoculados. Así también, existe poca diferencia en los valores numéricos respecto a las plantas inoculadas a las no inoculadas (Cuadro 32). Existen valores de concentraciones de nutrientes en las plantas de cítricos que van desde los más bajos hasta los más altos, los cuales se dividen en clases o intervalos cuya denominación es la siguiente: deficiente, bajo, óptimo o normal, alto y excesivo. Estos rangos de concentración los han establecido investigadores como Reuther y Smith (1954), Chapman (1966), Embleton *et al.*, (1976), Neto *et al.*, (1988), Malavolta *et al.*, (1989) y el Grupo Paulista (1990, 1994), pero el mas empleado y difundido es el establecido por Embleton (1976), que fue obtenido de naranjos del estado de California, Estados Unidos de América. Las concentraciones foliares óptimas o

normales de nitrógeno para cítricos van de 2.3 a 2.7 %, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 32, se observa que ningún tratamiento alcanzó el nivel óptimo de concentración de nitrógeno en la planta, todos los tratamientos fueron bajos o deficientes.

A los 180 ddt, las plantas que obtuvieron mayores valores en mezclas con compost, fueron las no inculadas, para las mezclas con vermicompost las plantas que obtuvieron valores más altos fue las que se inocularon con *G. Zac-19*, estas plantas también presentaron valores altos en peat moss. El testigo siempre se mantuvo por debajo de los demás tratamientos.

Cuadro 32. Prueba de medias para concentración de nitrógeno total (%) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazonas, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^é	Cepa de inóculo micorrízico ^é	Nitrógeno total (%) ^h	
			180 ddt	270 ddt
4V	12.5V	ZAC	2.243 a	2.158 ab
6V	50V	TES	2.169 a	2.138 ab
8PM	50PM	TES	2.117 ab	1.993 abc
4V	12.5V	INTRA	2.114 ab	2.028 abc
2C	25C	TES	2.049 abc	2.134 ab
5V	25V	ZAC	1.999 abc	1.747 abcd
7PM	25PM	INTRA	1.996 abc	1.785 abcd
8PM	50PM	ZAC	1.955 abcd	1.568 bcd
8PM	50PM	INTRA	1.917 abcd	2.138 ab
7PM	25PM	ZAC	1.883 abcd	2.298 ab
5V	25V	TES	1.866 abcd	1.899 abcd
4V	12.5V	TES	1.850 abcd	1.743 abcd
9T	100T	INTRA	1.837 abcd	2.031 abc
5V	25V	INTRA	1.806 abcd	2.329 ab
9T	100T	ZAC	1.767 abcd	1.686 abcd
3C	50C	INTRA	1.765 abcd	2.125 ab
1C	12.5C	TES	1.754 abcd	1.886 abcd
3C	50C	TES	1.745 abcd	2.099 abc
6V	50V	INTRA	1.731 abcd	2.364 a
1C	12.5C	INTRA	1.729 abcd	2.013 abc
6V	50V	ZAC	1.710 abcd	2.062 abc
1C	12.5C	ZAC	1.640 abcd	2.046 abc
2C	25C	INTRA	1.551 bcd	2.138 ab
2C	25C	ZAC	1.539 bcd	1.901 abcd
9T	100T	TES	1.534 bcd	1.335 cd
3C	50C	ZAC	1.447 cd	1.989 abc
7PM	25PM	TES	1.385 d	1.144 d
			DMS:0.607	DMS: 0.786

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

^éC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegada de río.

^hZAC = Consorcio de cepas de *Glomus Zac-19* (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

Esto podría hacer pensar que la inoculación con HMA incrementa considerablemente la concentración de N en la planta y por ende mayor producción de biomasa (Andrade *et al.*, 2004, Sena *et al.*, 2004, Al-Garni 2006). Y que es una alternativa para poder obtener más rápidamente y eficientizar la absorción de nutrientes para la planta sería la fertilización. Lo cual promovería el crecimiento y desarrollo de la planta.

5.9.2. Fósforo

Un aspecto de gran interés en el empleo de las *Micorrizas* es lo relacionado a la nutrición del Fósforo (P). Éstas desempeñan un importante papel en la toma del P presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales donde las cantidades de P asimilables a las plantas son frecuentemente bajas. Así también además del efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, el favorecimiento en la absorción del P, *aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de N en plantas*, el cual es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales (Mendoza y Ramírez, 2001). En el cuadro 33, se observa que la mayor concentración de fósforo total se presentó en el tratamiento 5V Zac-19 (5303 g kg⁻¹), en la mezcla de contenía 25% de vermicompost, pero fue similar estadísticamente a los tratamientos 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices*; y 2C, 7P y 8P testigos. Estos tratamientos similares al mejor tratamiento en su mayoría en sus proporciones estaba presente el sustrato peat moss. A los 270 ddt nuevamente fue 5V Zac-19 con una concentración de fósforo total de 5786.5 ppm, pero fue similar a los tratamientos 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P y 8P inoculados con *G. intraradices*; y 1C, 2C, 4V, 6V, 7P y 8P testigo (Cuadro 33). El tratamiento 9T testigo en las dos fechas de muestreo fue el que presentó los valores más bajos. A los 180 ddt, los tratamientos solo con tierra vega de río presentaron los contenidos más bajos de P, en relación a las otras mezclas de sustratos. En lo que se refiere a

las plantas inculadas con *G. Zac-19*, *G. intraradices* y las no inculadas podemos mencionar que los valores mas altos los obtuvieron las planta inculadas con *G. Zac-19*, seguidas por las inculadas con *G. intraradices* y por último con valores mas bajos el testigo. Cabe mencionar que a esta fecha todos los valores presentaron diferencias significativas. A los 270 ddt, los resultados se repitieron en relación al mejor y al peor tratamiento inculado y no inculado en las diferentes mezclas. En relación al Cuadro 33, a los 180 ddt el mejor tratamiento se desarrollo en 25% vermicompost inculado con *G. Zac-19*, mientras que el peor tratamiento en esta fecha de muestreo fue el que se desarrollo en 100% tierra vega de río sin inocular. A los 270 ddt el mejor y el peor tratamiento se presentaron en 25% vermicompost inculado con *G. Zac-19* y 100% de tierra vega de río no inculado respectivamente. Al igual que en el caso de nitrógeno tambien existen concentraciones foliares óptimas o normales de fósforo para cítricos van de 1.2 a 1.6 g k⁻¹, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 33, se observa que solo un tratamiento fué el que presentó niveles óptimos de fósforo, éste es: 9T no inculado (testigo), éste mismo resultado se presentó a los 270 ddt. En los demas tratamientos los niveles son altos y excesivos.

Cuadro 33. Prueba de medias para contenido de fósforo total (g k^{-1}) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del trasplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Concentración de fósforo total (g k^{-1}) ^d	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	ZAC	5.303 a	5.786 a
8PM	50PM	ZAC	5.176 ab	4.081 abc
7PM	25PM	TES	4.982 abc	3.437 abc
9T	100T	INTRA	4.239 abcd	3.568 abc
9T	100T	ZAC	4.236 abcd	4.759 abc
2C	25C	TES	3.911 abcde	5.458 ab
8PM	50PM	INTRA	3.870 abcde	4.734 abc
7PM	25PM	ZAC	3.737 abcde	4.251 abc
6V	50V	ZAC	3.617 abcde	3.005 abc
8PM	50PM	TES	3.549 abcde	4.413 abc
7PM	25PM	INTRA	3.470 abcde	3.758 abc
5V	25V	INTRA	3.105 bedef	2.331 abc
4V	12.5V	ZAC	3.074 cdef	2.725 abc
1C	12.5C	ZAC	2.977 cdef	3.022 abc
2C	25C	INTRA	2.951 cdef	3.284 abc
4V	12.5V	INTRA	2.946 cdef	4.060 abc
1C	12.5C	INTRA	2.867 def	4.369 abc
2C	25C	ZAC	2.736 def	3.005 abc
5V	25V	TES	2.716 def	1.942 bc
6V	50V	TES	2.694 def	3.027 abc
6V	50V	INTRA	2.604 def	3.940 abc
1C	12.5C	TES	2.572 def	4.074 abc
4V	12.5V	TES	2.487 def	3.601 abc
3C	50C	INTRA	2.364 def	2.581 abc
3C	50C	ZAC	2.303 def	2.630 abc
3C	50C	TES	2.039 ef	2.256 bc
9T	100T	TES	1.360 f	1.312 c
			DMS:2093.3	DMS: 3517.5

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del trasplante.

^bC = Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegada de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

Cabe señalar que los testigos en las plantas inoculadas y no inoculadas se mantuvieron por debajo de las otros tratamientos. Lo cual demuestra que la inoculación con HMA promueve la absorción de P y así también el desarrollo de la planta, lo cual se traduce en un beneficio (Raddatz, 1992, Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2003, Andrade *et al.*, 2003).

5.9.3. Zinc

La inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros. Según las combinaciones de variedad y portainjerto, es frecuente observar síntomas de deficiencia de Zn. Generalmente el portainjerto *Trifolia* presenta problemas de absorción de Zn, por ello es recomendable el uso

de hongos micorrízicos arbusculares (Mendoza y Ramírez, 2001). En el cuadro 34 se presenta que el mejor tratamiento fue el 5V inoculado con *G. Zac-19* a los 180 ddt, al igual que en las variable de concentración de fósforo en la planta, así también se observa que los tratamientos 1C, 2C, 4V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. Zac-19*; y 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 7P, 8P y 9T inoculados con *G. intraradices* fueron similares estadísticamente al tratamiento con concentración mas alta de zinc. A los 270 ddt el mejor tratamiento fue el 7P inoculado con *G. intraradices* (Cuadro 34). Cabe señalar que en las dos fechas de muestreo el peor tratamiento fue el 9T sin inocular. Los tratamiento solo con tierra vega de río a los 180 ddt presentaron los menores contenidos de Zn, en relación a las otras mezclas de sustratos. Las plantas inculadas con *G. Zac-19*, *G. intraradices* presentaron valores más altos en relación al testigo y a las plantas no inoculadas. A esta fecha los únicos valores que no tuvieron diferencias significativas son los de las plantas que se inocularon con *G. intraradices*. A los 270 ddt, los valores de las plantas inoculadas y no inoculadas no presentaron diferencias significativas. En el siguiente cuadro se muestra que los mejores tratamientos estadísticamente a los 180 y 270 ddt fueron los que se desarrollaron en 25% vemicompost y 25% peat moss inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices* respectivamente. Los peores tratamientos se presentaron en 100% tierra vega de río sin inocular en las dos fechas de muestreo. En la segunda fecha de muestreo los resultados fueron similares estadísticamente. Al igual que en el caso de nitrógeno y fósforo tambien existen concentraciones foliares óptimas o normales de zinc para cítricos van de 35 a 50 mg k⁻¹, valores por debajo de este rango son considerados como bajos o deficientes y por encima de este rango se consideran altos o excesivos (Reuther y Smith, 1954; Chapman 1966; Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1976; Neto *et al.*, 1988; Malavolta *et al.*, 1989; Grupo Paulista, 1990, 1994; Baumgartner y Moreira, 2001. En el cuadro 34, se observa que a los 180 ddt nueve tratamientos presentaron niveles óptimos de este micronutriente,

mientras que los restantes presentaron niveles bajos. A los 270 ddt solo tres tratamientos tenían niveles óptimos de zinc, el resto presentó niveles altos y/o excesivos.

Se tiene que tomar en cuenta que la presencia de altas cantidades de zinc en los sustratos perjudica directamente a la planta, específicamente a las raíces ya que esta presentan toxicidad ante dicho microelemento (Chapman, 1969).

Cuadro 34. Prueba de medias para contenido de zinc (mg k^{-1}) del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^é	Cepa de inóculo micorrízico ^º	Contenido de zinc (mg k^{-1}) [¶]	
			180 ddt	270 ddt
5V	25V	ZAC	44.671 a	74.79 ab
6V	50V	ZAC	40.577 ab	106.58 ab
8PM	50PM	ZAC	40.479 ab	84.01 ab
9T	100T	INTRA	38.129 abc	80.94 ab
8PM	50PM	INTRA	37.384 abc	65.82 ab
4V	12.5V	ZAC	37.127 abc	87.25 ab
7PM	25PM	INTRA	36.755 abc	123.75 a
2C	25C	INTRA	36.710 abc	120.96 ab
5V	25V	INTRA	36.054 abc	94.17 ab
7PM	25PM	ZAC	34.766 abc	83.03 ab
9T	100T	ZAC	34.587 abc	83.90 ab
6V	50V	INTRA	33.751 abcd	69.60 ab
2C	25C	ZAC	33.310 abcd	69.36 ab
1C	12.5C	INTRA	33.307 abcd	74.14 ab
4V	12.5V	INTRA	32.874 abcd	85.43 ab
1C	12.5C	ZAC	29.793 abcd	93.42 ab
3C	50C	INTRA	28.603 abcd	78.26 ab
2C	25C	TES	26.529 bcd	53.38 ab
8PM	50PM	TES	25.784 bcde	38.26 ab
7PM	25PM	TES	25.155 bcde	96.19 ab
1C	12.5C	TES	25.110 bcde	93.40 ab
3C	50C	ZAC	24.218 bcde	118.14 ab
6V	50V	TES	22.151 cde	42.04 ab
5V	25V	TES	21.707 cde	46.58 ab
4V	12.5V	TES	21.274 cde	57.87 ab
3C	50C	TES	17.003 de	50.70 ab
9T	100T	TES	8.980 e	11.39 b
			DMS:17.49	DMS: 108.41

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).Media de 12 observaciones. ddt = Días después del transplante.

^éC= Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^ºZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

5.10. Porcentaje de colonización micorrízica

La colonización micorrízica, es un fenómeno ampliamente extendido entre la mayoría de las plantas, más del 80 por ciento establecen esta simbiosis en sus raíces. Sin embargo especies de las familias Brassicaceae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Commelinaceae y Cyperaceae han sido reportadas como "no micorrizables". Los mecanismos que gobiernan la ausencia de interacción entre estas plantas y los hongos micorrízicos vesículo-arbusculares son desconocidos. A los 180 ddt los mejores tratamientos según la prueba de medias realizada para esta variable fueron 1C, 2C, 3C, 4V, 5V, 6V, 8P inoculado con *G. Zac-19*, el tratamiento 7P inoculado con *G. Zac-19* fue similar a los mejores tratamientos, mientras que el 9T inoculado con *Zac-19* y *G. intraradices* obtuvieron los valores más bajos y fueron estadísticamente diferentes a los anteriores tratamientos (Cuadro 35). Este mismo efecto es el mismo que se presenta en el cuadro 35 a los 270 ddt. En el cuadro 35, a los 180 ddt, las plantas inoculadas con *G. Zac-19* presentaron los valores más altos en relación al porcentaje de colonización micorrízica y fueron similares y diferentes en relación al resto de los tratamientos. Así también a los 270 ddt, también se puede observar que estos no presentaron diferencias significativas, entre tratamientos a excepción del testigo que fue diferente estadísticamente hablando a los demás tratamientos inoculados con *G. Zac-19*. Las plantas inoculadas con *G. intraradices* presentaron cerca del 50% menos colonización que el primer caso. Por lo anterior Gonzalez-Chávez *et al.*, (2000) menciona que la respuesta a la inoculación micorrizica puede variar entre genotipos, por ello la diferencia en esta variables entre los diferentes tratamientos y HMA.

Cuadro 35. Prueba de medias para porcentaje de colonización micorrízica del portainjerto citrange C35, desarrollado en nueve mezclas de sustratos orgánicos, dos especies de hongos micorrízicos arbusculares y el testigo, a los 180 y 270 días después del transplante. Cazones, Ver. 2006.

Tratamiento ^a	Mezcla (%) ^b	Cepa de inóculo micorrízico ^c	Porcentaje de colonización ^d	
			180 ddt	270 ddt
4V	12.5V	ZAC	60.000 a	60.000 a
1C	12.5C	ZAC	60.000 a	60.000 a
8PM	50PM	ZAC	55.557 a	55.557 a
5V	25V	ZAC	55.557 a	55.557 a
3C	50C	ZAC	55.553 a	55.553 a
6V	50V	ZAC	53.333 a	53.333 a
2C	25C	ZAC	53.333 a	53.333 a
7PM	25PM	ZAC	44.447 ab	44.447 ab
1C	12.5C	INTRA	33.333 bc	33.333 bc
3C	50C	INTRA	31.110 bc	31.110 bc
2C	25C	INTRA	28.890 bc	28.890 bc
4V	12.5V	INTRA	22.223 c	22.223 c
8PM	50PM	INTRA	20.000 c	20.000 c
5V	25V	INTRA	17.780 cd	17.780 cd
6V	50V	INTRA	17.777 cd	17.777 cd
7PM	25PM	INTRA	15.553 cd	15.553 cd
9T	100T	INTRA	0.000 d	0.000 d
9T	100T	ZAC	0.000 d	0.000 d
			DMS:18.84	DMS: 18.84

^aMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$). Media de 12 observaciones. ddt = Días después del transplante.

^bC= Compost, V = Vermicompost, PM = Peat moss, T = Tierra vegad de río.

^cZAC = Consorcio de cepas de *Glomus* Zac-19 (*G. albidum*, *G. claroides* y *G. diaphanum*) INTRA = *Glomus intraradices*, TES = Testigo.

VI. CONCLUSIONES

Se alcanzó la altura y diámetro de tallo para injertar en seis meses en limón volkameriano y citrange C35 en los tratamientos con compost y vermicompost.

El empleo de peat moss en la mezclas no mejoró el desarrollo de las plantas.

El uso del 12.5 al 50% de compost y vermicompost favoreció la altura y el diámetro de tallo de las plantas de limón volkameriano y citrange C35.

Las plantas de mandarino cleopatra no alcanzaron la altura y el diámetro de tallo para ser injertadas a los 270 ddt.

Los hongos micorrízico arbusculares no favorecieron la altura y diámetro de tallo de las plantas de los portainjertos.

El contenido nitrógeno en los tejidos de citrange C35, limón volkameriano y mandarino cleopatra a los 180 y 270 ddt fue deficiente.

El contenido de fósforo en los tejidos de citrange C35, limón volkameriano y mandarino cleopatra a los 180 y 270 ddt fue excesivo.

El contenido de zinc en los tejidos de citrange C35, limón volkameriano y mandarino cleopatra a los 180 y 270 ddt varió de óptimo a bajo

VII. LITERATURA CITADA

- Abad, M. 1993a. Sustratos. Características y propiedades. pp. 47-62. *In: Cultivos sin suelo*. F. Cánovas y J.R. Díaz. (ed.). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.
- Abad, M. 1993b. Inventario y características. pp. 65-80. *In: Cultivos sin suelo*. F. Cánovas y J. Díaz. (ed.). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.
- Abad, M. y P. Noguera. 1997. Los sustratos en los cultivos sin suelo. pp. 101-150. *In: Manual de cultivo sin suelo*. M. Urrestarazu (ed.). Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.
- Abbott, L., A.D. Robson. 1982. The role of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi agriculture and the selection of fungi for inoculation. *Aust. J. Res.* 33:389-408.
- Abbott L., K. and C. Gazey. 1994. An ecological view of the formation of VA mycorrhizas. *Plant and Soil.* 159:69-78.
- Aguilar, S.A.; J.D. Etchevers B. y J.Z. Castellanos R. 1987. Análisis químico para evaluar fertilidad del suelo. Ed. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. UACH. 217 p.
- Aguirre, B.M. 1985. Estudio microbiológico de la biodegradación de estiércol bovino y evaluación agronómica. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.
- Alarcón, A. 1997. Capacidad fotosintética del portainjerto *Citris volkameriana*, inoculado con micorriza arbuscular. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 116 p.
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 1996. Dinámica de colonización y efecto de hongos endomicorrízicos sobre el crecimiento de *Casuarina equisetifolia* L. *In: J. Pérez-Moreno y R. Ferrera-Cerrato (eds.). Nuevos horizontes en agricultura: Agroecología y desarrollo sustentable*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. pp. 298-302.
- Alarcón, A., R. Ferrera-Cerrato, A. Villegas M. y J.J. Almaráz S. 1998. Efecto de la simbiosis micorrízica en la fotosíntesis de *Citrus volkameriana* Tanq. & Pasq. pp. 119-125. *In: R. Zulueta R., M.A. Escalona y D. Trejo A. (eds.). Avances de la investigación micorrízica en México*. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en el manejo de plantas frutícolas. *Terra.* 17:179-191.
- Alarcón, A., M.C. González Ch., R. Ferrera- Cerratto y A. Villegas-Monter. 2001a. Efectividad de *Glomus fasciculatum* y *Glomus etinicum* en el crecimiento de plántulas de *Vitis vinifera* L. obtenidas por micropropagación. *Terra.* 19:29-35.
- Alarcón, A., J.J. Almaraz S., R. Ferrera-Cerrato, M.C.A. González Ch., M.E. Lara H., M.J. Manjarez M., R. Quintero L. y S. Santamaría R. 2001b. Manual: Tecnología de hongos micorrízicos en la producción de especies forestales en vivero. *In: R. Ferrera Cerrato, A. Alarcón y M.E. Lara H. (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo. SEMARNAT-PRONARE, México. 98 p.*
- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2003. Aplicación de fósforo e inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y estado nutricional de *Citrus volkameriana* Tand & Pasq. *Terra.* 21:503-511.

- Alarcón, A., M.C. González Ch. y R. Ferrera- Cerratto. 2003. Crecimiento y fisiología de *Citrus volkameriana* Tan & Pasq. en simbiosis con hongos micorrízicos arbusculares. *Terra*. 21:503-511.
- Al-Garni, S.M., S. 2006. Increased heavy metal tolerance of cowpea plants by dual inoculation of an arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen-fixing *Rhizobium* bacterium. *African Journal of Biotechnology*. 5:133-142.
- Alvarez C., M. 1984. Centro de desarrollo y capacitación en propagación y desarrollo de árboles frutales. Martínez de la Torre. FIRA. *Boletín Informativo*. 157:7-24.
- Amoros, M. 1989. Agrios. M. Amoros (ed.). Ed. Dilagro S.A. Zaragoza-España. pp. 50-83.
- Andrade L., M.I., J. Delgadillo M., A. Alarcón y R. Ferrera-Cerrato. 2003. Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en papaya cv. Maradol roja (*Carica papaya* L.). Memorias del VI Congreso Nacional Agronómico. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Andrade L., M.I., J. Delgadillo M. y R. Ferrera-Cerrato. 2004. Tolerancia *In vitro* de la bacteria *Rhizobium* sp. a un sistema contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo (Fenantreno). VII Congreso Nacional Agronómico:150 años difundiendo conocimientos. Chapingo. México.
- Andrade R., M., A. Villegas M., M.A. Gutierrez E., G. Carrillo C. y A. García V. 2005. Poliembrión y marcadores RAPD para la identificación de plántulas cigóticas y nucleares en *Citrus*. *Agrociencia*. 39:371-383.
- Ansorena M.J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España. 172 p.
- Antunes, V. and E. J. B. N. Cardoso. 1991. Growth and nutrient status of citrus plants as influenced by mycorrhiza and phosphorus application. *Plant and Soil*. 131:1119.
- Armada R., A. 2000. Comportamiento de seis especies de portainjertos de cítricos, en viveros bajo cobertura plástica. *Revista Científica y tecnológica*. 1:9-14
- Armstrong, H. y J. McIntyre (eds.). 2000. International substrate manual. Elsevier International. Doetinchen. The Netherlands. pp. 10-12.
- Aruani, M.C. y S. Behmer. 2004. Efecto de la granulometría y la compactación del suelo sobre la distribución de raíces en manzano. *RIA*. 33: 43-54.
- Augé J.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*. 11:3-42.
- Avilan R., L., F. Leal P. y D. Bautista A. 1989. Manual de fruticultura; cultivo y producción. Ed. América. C.A. 1475 p.
- Azcon-Aguilar, C. y J.M. Barea. 1985. Effect of soil microorganisms on formation of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 84:536-537.
- Bansal, S, and K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Biores. Technol.* 73:95-98.
- Bago, B., C. Azcón-Aguilar, Y. Schachar-Hill y P.E. Pfeffer. 2000. El micelio externo de la micorriza arbuscular como puente simbiótico entre la raíz y su entorno. pp. 78-92. *In*: A. Alarcón y R. Ferrera-Cerrato (eds.). Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Mundi Prensa. México.
- Basurto H., J. 1998. Crecimiento y nutrición de los portainjertos de cítricos citranges "Carrizo" y "Troyer" propagados por estaca en vivero. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 138 p.
- Baumgartner, J.G. y J.R. Moreira C. 2001. Avaliação nutricional de pomares cítricos da região de bebedouro. *Boletim Citrícola*. 17:1.24.

- Benavente C., R.A. 1997. Efecto de dos niveles de luminosidad sobre el desarrollo de *Nothofagus alpina* (Rauli), *Nothofagus dombeyi* (Coigue) y *Laurelia sempervirens* (Laurel). Tesis. Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Forestal.
- Berta, G., A. Fusconi and A. Trotha. 1993. VA mycorrhizal infection and the morphology and function of root systems. *Environmental and Experimental Botany*. 33:159-173.
- Bohlen, P.J. and C.A. Edwards. 1995. Earthworms effects on N dynamics and soil respiration in microcosms receiving organic and inorganic nutrients. *Soil Biol. Biochem.* 27:341-348.
- Bolan, N., S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *J. Plant and soil*. New Zealand. 34:189-207.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Ecuador, Soboc. 149 p.
- Bonilla, R., B. Roncallo, B. García y J. Jimeno. 2002. Utilización de hongos micorrizógenos en la producción agrícola. Boletín de Investigación. Corpoica, Valledupar.
- Brown, M.F. and E.J. King. 1982. Morphology and histology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. A. anatomy and cytology. *In: Methods and principles of mucorrhizal research*. USA. The American Phytopathological Society. pp. 15-21.
- Burdett A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal Forest Research*. 20:415-427.
- Bulluck, G.C., M. Brosius, K. Evanylo G. and B. Ristaino J. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial physical and chemical properties on organic and convencional faros. *Applied Soil Ecology* 19:147-160.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España. 341 p.
- Burés, S. 1999a. Introducción a los sustratos: aspectos generales. pp. 19-46. *In: N. Pastor S.* (ed.). Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. Universidad de Lleida. España.
- Bures, S. 1999b. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 220 p.
- Butler, T., L.J. Sikora, P.M. Steinhilber y L.W, Douglass. 2001. Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. *J. Environ. Qual.*30: 2141-2148.
- Castle W., S. 1978. Citrus root systems: their structure, function, growth, and relationships to tree performance. *Proc. Int. Soc. Citriculture* :62-69.
- Castle, W.S. 1987. Citrus rootstocks. *In: Rootstocks for fruit crops*. Roy C. Rom and Robert F. Carlson (Editores). Florida, U.S.A. pp. 361-369.
- Castle, W.S. 1988. Patronos y variedades. Memorias del seminario de citricultura. Mérida, Yucatán. FIRA. pp. 45-60.
- Cabrera, R.I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo – Serie Horticultura*. 5:5-11.
- Calabrese, F. 1988. Gli Agrumi: nutrizione e concimazione. Palermo, Edizione Italkali. 91p.
- Canovas, A. 1993. Tratado de Agricultura Ecológica. Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería. 190 p.
- Chapman, H.D. 1966. Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status reference to potassium. *Hilgardia*. 19:501-540.

- Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. *In: The citrus industry*. Reuther, W. Batchelor, L. y Webber, H. (eds.). California. U.S.A. 2:127-178.
- Carrau, F., J. Franco y J. Diez. 1993. Evaluación de portainjertos de cítricos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Serie Técnica N° 34. Montevideo, Uruguay.
- Cituk C., D.E. 1994. Comportamiento en vivero de plantas obtenidas *in vitro* y por semilla de Citrange “Troyer” y “Carrizo”. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 93 p.
- Damian N., A. 1996. Respuesta de los portainjertos “Troyer” y “Carrizo” a diferencia, concentración y volumen de solución nutritiva. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 115 p.
- Carrau, F., J. Franco y J. Diez. 1993. Evaluación de portainjertos de cítricos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Serie Técnica N° 34. Montevideo, Uruguay.
- Corlay-Chee L., R. Ferrera-Cerrato, J.D. Etchevers B., A. Echegaray A. y J.A. Santizo R. 1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencia*. 33:375-380.
- Dalzell H.W., J. Biddlestone A., R. Gray K. y K. Thuraijan. 1991. Manejo del suelo; producción y uso de compost en ambientes tropicales y subtropicales. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. FAO. 178 p.
- De León González, F., F. Payán Z. y S. Sánchez R. 1998. Localización de capas compactadas en el perfil del suelo mediante penetrometría. *Terra*. 16:303-307.
- De Miguel M., S. 1999. Crecimiento y supervivencia de repoblaciones forestales sobre terrenos agrícolas *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus pinea* L. producidas en vivero sobre diferentes sustratos e inoculados con *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. M. Fr. Tesis. Universidad de Lleida, España.
- Del Rivero J., M. 1968. Los estados de carencia en los agrios. Mundi Prensa. Madrid, España. 509 p.
- Delfs-Fritz, H. 1970. Citrus: cultivation and fertilization. 2. Ed. Bochum, Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft, 230 p.
- Dickson A., A.L. Leaf, I.E. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forest Chronicle* 36: 10-13.
- Di Benedetto, A., Molinari, J., Boschi, R., Klasman, R. y Benedicto, D. 2000. Adaptación de cuatro especies florales anuales a diferentes sustratos de crecimiento. *Agrosur*. 28:69-76.
- Eastman B.R., Kane P.N., Edwards C.A., Trytek L., Gunadi B., Stermer A.L. and Mobley J.R. 2001. The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization. *Compost-Science-and-Utilización* 9:38-49.
- Embleton, T.W., J. Reitz H. and W. Jones W. 1973. Citrus fertilization. *In: Reuther, W.*, (ed.). The citrus industry. Vol. 3. Berkeley, Div. of Agricultural Sciences, University of California. pp. 122-182.
- Embleton, T.W., W. Jones W. and G. Platt R. 1976. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. *In: Soil and Plant-Tissue testing in California*. (ed.). Reisenauer H.M. Division of Agricultural Science. University of California. USA.
- Espadas D., M. 1993. Evaluación fisiológica de cinco portainjertos de cítricos con tolerancia a la tristeza en la fase de almácigo. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Konkal, Yucatán, México. 33-40 pp.

- Fernández M.M., M. Aguilar I., J. Carrique R., J. Tortosa, C. García, M. López y J. Pérez M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Ferrera-Cerrato, R. y M.C. González-Chávez. 1997. La biotecnología micorrízica (sic) en la producción agrícola, frutícola y hortícola. pp. 325-343. *In*: J. Ruíz H., D. Guzmán y J.J. Peña C. (eds.). Perspectivas de la microbiología en México. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Ferrera-Cerrato, R. y C. González-Chávez. 1998. La simbiosis micorrízica en el manejo del vivero de los cítricos. *In*: R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez-Moreno (eds.). Manejo de agroecosistemas sostenibles. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Fery, B. y Schuepp H. 1993. Transfer of symbiotically fixed nitrogen from berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) to maize via vesicular-arbuscular mycorrhizal hyphae. *New Phytol.* 122:447-454
- Gardiazabal, F. y G.Rosenberg. 1991. Cultivo de los Cítricos. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 400 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 246 p.
- García C., O., G. Alcanzar, R.I. Cabrera, F. Gavi R y V. Volke H. 2001. Materiales orgánicos como sustratos para la producción de *Epiprenum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra* 19:249-258.
- Gavito E.M., P. Schweiger and I. Jakobsen. 2003. P uptake arbuscular mycorrhizal hyphae: effect of soil temperature and atmospheric CO₂ enrichment. *Global Change Biology.* 9:106-116.
- Gavito E.M., P.A. Olson, H. Rouhier, A. Medina-Pehafiel, I. Jakobsen, A. Bago and C. Azcón-Aguilar. 2005. Temperature constraints on the growth and functioning of root organ cultures with arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist.* 168:179-188.
- Ghosh, M., G.N. Chattopadhyay and K. Baral. 1999. Transformation of phosphorus during vermicomposting. *Bioresour. Technol.* 69:149-154.
- Giovannetti, M. 1985. Seasonal variations of vesicular-arbuscular mycorrhizas and endogenous spores in a maritime sand dune. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 84:679-684.
- Gpey, W. 2004. Influence of temperature on colonization of spring barleys by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil.* 137:181-190.
- González-Chávez, M.C., R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez M. 1998. Biotecnología de la micorriza arbuscular en fruticultura. Universidad Autónoma de Tlaxcala y Colegio de Postgraduados, México.
- González-Chávez, M.C., R. Ferrera-Cerrato, A. Villegas-Monter y J.L. Oropeza. 2000. Selección de sustratos de crecimiento en micorplantulas de cítricos inoculadas con *Glomus* sp Zac-19. *Terra.* 18:369-377.
- Graham, J.H. 1982. Effect of citrus root exudates on germination of chlamydospores of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus epigaeum*. *Mycol.* 74:831-835.
- Graham, J.H., R.G. Linderman and J. A. Menge. 1982. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of 'Troyer' Citrange. *New Phytol.* 91:183-189.

- Graham, J. H. 1986. Citrus mycorrhizae: potential benefits and interactions with pathogens. *HortScience* 21:1302-1306.
- Graham, J.H., D.L. Drouillard and N.C. Hodge. 1996. Carbon economy of sour orange in response to different *Glomus* spp. *Tree Physiol.* 16:1023-1029.
- Graves, R.E. 2000. National Engineering Handbook: Composting. www.nrcs.usda.gov/technical/ENG/neh.html.
- Grassi F., H., M.A. Antunes P., A. Alves S. y V. Torcinelli R. 2001. Efeito de diferentes substratos no crescimento de mudas de limonero “cravo” até o ponto de enxertia. *Laranja, Cordeirópolis*, 22:157-166.
- Grupo Paulista de Adubacao e Calagem para Citros. 1990. Recomendacoes de adubacao e calagem para citros no Estado de Sao Paulo 1ª ed. *Laranja Cordeiropolis*, 11:1-14
- Grupo Paulista de Adubacao e Calagem para Citros. 1990. Recomendacoes de adubacao e calagem para citros no Estado de Sao Paulo 3ª ed. *Laranja Cordeiropolis*,
- Guadarrama, P., I. Sánchez-Gallén, J. Álvarez-Sánchez y J. Ramos-Zapata. 2004 Hongos y plantas, beneficios a diferentes escalas en micorrizas arbusculares. *Ciencias*. 73:38-45.
- Smith, P.F. 1966. Citrus Nutrition. *In*: Childers, N.F. (ed.). Fruit nutrition, temperature and tropical. Nova Brunsvique, Horticultural Publications, Rutgers-The State University. pp. 174-207.
- Hansen R.C., Keener H.M., Marugg C., Dick W.A., Hoiting H.A.J. 1993. Composting of poultry manure. pp. 131-153. *In*: Hoiting H.A.J., Keener H.M. Science and Engineering of composting: desing, environmental, microbiological and utilization aspects.
- Hartmann H., D. Kester, F. Davies y R. Geneve. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall. Seventh Edition. New Jersey.
- Heinemeyer, A. and A.H. Fitter. 2004. Impact of temperature on the arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis: growth responses on the plant and ints AM fungal partner. *J. Experim. Botany*. 55:525-534.
- Hurtado, T. y E. Sieverding. 1986. Estudio del efecto de hongos formadores de micorriza vesiculo-arbuscular (MVA) en cinco especies latifoliadas regionales en la zona geográfica del Valle de Cauca, Colombia. *Suelos Ecuatoriales*. 16:109-115.
- Jiménez, R. 1987. El patrón como factor influyente en los cultivares de cítricos: Boletín de Reseñas; cítricos y otros frutales. CIDA. La Habana, Cuba. 48 p.
- Jímenez, R., B. García y M. Santos. 1982. Influencia de seis patrones sobre el crecimiento, rendimiento y productividad de la naranja valencia (*Citrus sinensis*) en la fase de vivero. *Agrotecnia de Cuba*. 14:15-22.
- Kapanen, A. and M. Itavaara. 2001. Ecotoxicity test for compost application. *Ecotoxicol. Environ Saf.* 49:1-16.
- Koide T., R. and B. Mosse. 2004. A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*. 14:145-163.
- Korboulewsky, N., S. Dupouyet and G. Bonin. 2002. Environmental risk of applying sewage sludge compost to vineyards: carbon, heavy metals, nitrogen, and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* 31:1522-1527.
- Koske, R.E. 1981. Labyrinthula inside spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia*. 73:1175-1180.

- Krezdorn, A.H. 1988. Situación mundial de los cítricos. Memoria del seminario de citricultura. Mérida, Yucatán. FIRA. pp. 18-25.
- Kurle, J. E. and F. L. Pleger. 1994. The effects of cultural practices and pesticides on VAM fungi. *In: Mycorrhizae and Plant Health*. Ed: F. L. Pleger and R. G. Linderman. APS Press, Saint Paul, Minnesota.
- Lambert, D.H. 1980. Adaptation of vesicular-arbuscular mycorrhizas to edaphic factors. *New Phytol.* 85:513-520.
- Lee K., E. 1995. Earthworms, Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press. Australia. 411 p.
- Liu, A., B. Wang and C. Hamel. 2004. Arbuscular mycorrhiza colonization and development at suboptimal root zone temperature. *Mycorrhiza.* 14:93-101.
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. *Revista Horticultura.* N° 125.
- Loussert, R. 1992. Los Agrios. R.Loussert (ed.) traducido por Vicente Almeda Orenge y M. Agusti Fonfria. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 63-70.
- Malatova E.; C. Vitti G. and A. Oliveira S. 1989. Avaliacao do estado nutricional das plantas: principios e aplicacoes. Piracaba:POTAFOS.
- Manjarez M., J.; E. Alarcón y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Biotecnología de la producción de inóculo micorrízico arbuscular y su control de calidad. *In: Alarcón, A, y R. Ferrera-Cerrato (eds). Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular.* Colegio de Postgraduados, Montecillo. Mundi Prensa. D.F. 251 p.
- Martínez A., A. 1995. Manual practico do minhocultor. 3ª Edición. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado Sao Oaulo. FUNEP. Brasil. 137 p.
- Martínez, C. y J. Carbonell. 1984. Crecimiento en la fase de vivero de a toronja Marsh Jibarito sobre ocho patrones en la Isla de la Juventud. *Agrotecnia de Cuba.* 18:21-27.
- Mendoza B y R. Ramírez. 2001. Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares sobre la producción de materia seca y absorción de fósforo por plantas de maíz fertilizadas con roca fosfórica. XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Cuba.
- Mex, D. 1992. Aproximación al ciclo fenológico de cuatro variedades de limonero (*Citrus limon* (L) Burm.) y cuatro var. de naranjo (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) en la provincia de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso 182 p.
- Miller, R. y R. Donahue. 1995. Soil in your environment. Prentice Hall, New Jersey. 649 p.
- Mollitor, H., Faber, A., Marutzky, R., and Springer., S. 2004. Peat substitute on the basis of recycled wood chipboard. *Acta Horticulturae* 644: 123-130.
- Miyasaka, S. and M. Habte. 2003. Plant mecanisms and mycorrhizal symbiosis to increase phosphorus uptake efficiency. Journal Series No. 4468, College of tropical Agriculture and Human resources, Hawaii, Honolulu. pp. 1101-1133.
- Molina L., M., L. Mehecha L., y M. Medina S. 2005. Importancia del manejo de ongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 18:162-175.
- Morton, J. and S. Bentivenga. 1994. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (*Glomales, Zygomycetes*) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. *Plant and Soil.* 159:47-59.

- Müller, V. 1993. Aproximación al ciclo fenológico de cuatro variedades de limonero (*Citrus limon*(L.) Burm), caracterización de la fruta de cuatro variedades de limonero y efecto de tres portainjertos sobre la fruta de limonero en la provincia de Quillota, V Región. Tesis de grado. Universidad Católica de Valparaíso. 150 p.
- Nava A. J., A. Villegas M. y F. Barrientos P. 1996. Comportamiento en vivero de tres portainjertos tolerantes a la tristeza de los cítricos. *Agrociencia*. 30:573-576.
- Ndegwa, P.M., and S.A. Thompson. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresour. Technol.* 75:7-12.
- Nelson, P. 1998. Greenhouse operation and mangement. Prentice Hall, New Jersey. 637 p.
- Nemec, S., J.A. Menge, R.G. Platt and E.L.V. Johnson. 1981. Vesicular-arbuscular fungi associated with citrus in Florida and California and notes on their distribution and ecology. *Mycol.* 73:112-127.
- Neto A.V.; V. Raj B.; A. Blasco E.E.; E. Maltova; C. Vitti G., H. Cantarella; J. Sabrino T.; A. Quaggio J.; D. Negri H.; O. Rodrigues and C. Bataglia O. 1988. Recomendacoes de adubacao e calagem para citros no Sao Paulo. *Laranja. Cardeirópolis*. 3:1-15.
- Nicolas J., P. y Y. Roche H. 1988. El vivero. Versión al español de Rodríguez del Rincón & Mancebo. Ed. Mundi-Prensa. España. 243 p.
- Ovando C., M. 1993. Análisis del crecimiento y nutrición de tres portainjertos y dos cultivares de limón mexicabo (*Citrus aurantifolia* Swingle) en vivero. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 133 p.
- Padrón-Chávez, J.E. y M.A. Rocha-Peña. 1993. Portainjertos de cítricos tolerantes al virus de la tristeza. pp. 87-96. *In: Memorias II Simposium sobre Sistemas de Producción de Cítricos*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Pastor S., J.N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Terra*, 17:231-235.
- Pastor J.N., S. Burés, R. Savé, O. Marfá y J.M. Pages. 1999. Transplant adaptation in landscape ornamental shrubs in relation with substrate physical properties and container sizes. *Acta Horticulturae*. 481:137-144.
- Pastor J.N., O. Marfá y R. Savé. 2002. Influencia del sustrato y del tamaño del contenedor en el transplante al terreno definitivo de plantas ornamentales cultivadas en contenedor. *Actas de Horticultura*. 39:527-528.
- Paul E.A. and Clarck F.E. 1996. Soil microbiology and biochemistry. 2ª Ed. Academia Press. 340 p.
- Peñuelas, J.L. y M.J. Cardeso. 1993. Los sustratos en la producción de planta forestal. Montes 32.
- Phillips, J.M. and D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment to infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Pinto, C. 2001. Principios básicos del proceso de compostaje. Chile Agrícola. Julio – Agosto:102-107.
- Podila G.K. and D.D. Druds Jr. 2001. Current advences in mycorrhizae research. *In: Mycorrhizae Research*. 214 p.
- Porrás-Piedra, A., M.L. Soriano-Martín, A. Porrás-Soriano, L.N. Aragón-Toledano y G. Fernández-Izquierdo. 2004. Apliación de las micorrizas a la reducción del periodo juvenil de olivos en la variedad Cornicabra. *Fruticultura Profesional*. 142:23-24.

- Porta J., M López A., C. Roquero. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 p.
- Praloran J., C. 1977. Variadades y portainjertos *In*: Los Agrios. Tecnicas Agrícolas y Productos Tropicales (ed.). Blume. Barcelona, España. pp. 87-126.
- Puttonen, P. 1997. Looking for the “silver-bullet”-can one test do it?. *New Forest*. 13:9-27.
- Qiang-Sheng, W. y X. Ren-Xue. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well watered and water estress condition. *Journal of plant physiology*. 163.417-425.
- Raddattz, E. 2002. Micorriza: el abono vivo Campo y Agro. Ed. Zamorano, España, 15 p.
- Ramos Z., J. y P. Guadarrama. 2004. Los hongos micorrizógenos arbusculares en la restauración de comunidades tropicales. *Universidad y Ciencia*. 1:59-65.
- Raviv, M., S, Medina., A. Krasnovsky y, H. Ziadna. 2002. Conserving nitrogen during composting. *Biocycle*. Septiembre.48-55.
- Reuter, W. y P. Smith. 1954. Leaf analysis as a guide to the nutritional status of orchad tree. *In*: Plant analusis and fertilizrers problems. *In*: P. Prevot (ed.). Plant analysis and fertilizers problems. Institut des Recherches pour les huiles et Oleagineaux. Paris.
- Reyes C., A.J. 2000. Micorriza arbuscular, bacterias y verrnicomposta en el desarrollo y fisiología de un portainjero de aguacate, raza mexicana (*Persea americana* Mill) en un sustrato alternativo de vivero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México.
- Reyes F. y J. Ruíz. 1986. Comportamiento en vivero de patrones de cítricos tolarantes a Tristeza. *Agron. Trop*. 34:35-41.
- Riviere, L. y Caron, J. 2001. Research in substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*. 548:29-37.
- Ruiz L, R. Rivera, D. Carvajal y O. Milián. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en las raíces y tubérculos en suelos pardos con carbonatos y ferralíticos rojos”. XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Cuba.
- Ruotsalainen, A.L. and M.M. Kytöviita. 2004. Mycorrhiza does nor alter low temperature impact on *Gnaphalium norvegicum*. *Oecologia*. 140:226-233.
- SAGARPA. 2002. Ficha tecnológica 2002 por sistema productivo “Cítricos-VTC” 1. *Glomus clarioides*: Endomicorriza que reduce la estancia en vivero y mejora la calidad de patrones tolerantes al VTC. SAGARPA INIFAP.
- Santamaría R., S. y R. Ferrera-Cerrato. 1996. Calidad de las compostas obtenidas de diferentes residuos para la producción orgánica de hortalizas. *In*: Memorias del II Simposio Internacional y III Reunion Nacional sobre Agricultura Sustentable. Una contribución al desarrollo agrícola integral. C.P. Campus San Luis Potosí. México. pp. 181-184.
- Santamaría R.S. y R. Ferrera-Cerrato. 1997. Compostas y Vermicompostas. Evento de Aprobación en certificación de agricultura orgánica. Colegio de Postgraduados. 16 p.
- Sanz G.J., A. Uribarri, S. Sadaba, G. Aguado y J Castillo. 2003. Hidroponía en Navarra. Pp. 37-48. *In*: R. Biurru (ed.). Navarra Agraria. Navarra, España.
- Savé R., C. Biel, F. De Herralde, J. Retana y J.M. Espelta. 2002. Optimización de la producción viverística y de la restauración ecológica de zonas degradadas. *Riegos y Drenajes*. 123:54-57.

- Saunt, J. 1990. Citrus varieties of the world; and illustrated guide. Sinclair International Limited. England. 153 p.
- Sena, J.O.A., C.A. Labate e E.J.B.N. Cardoso. 2004. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 28:827-832.
- Sempere, F. y P. Santamarina. 2001. La Aplicación de las Micorrizas. *Rev. Agríc. Vergel*. 232:198-201.
- Shaobing, P., D.M. Eissenstat, J.H. Crahan, K. Williams and N.C. Hodge. 1993. Growth Depression in Mycorrhizal Citrus at High-Phosphorus Suply. *Plant Physiol*. 101:1063-1071.
- Silveira, A.P.D., L.R. Silva e I.C. Azevedo. 2003. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. *Bragantia*. 62:89-99.
- Smith P.F. 1966. Citrus nutrition. *In*: N.F. Childers. Nutrition of fruit crops. E. Horticultural Publication. New Jersey. USA.
- South, D., R.J. Mitchell. 1999. Determining the “optimum” slash pine seedling size for use with four level of vegetation management on a flatwood site in Georgia, U.S.A. *Canadian Journal of Forest Research*. 29:1039-1046.
- Stamatiadis S., Werner M., Buchanan M. 1999. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California). *Applied Soil Ecol*. 12:217-225.
- Stutz, J. C., and J. B. Morton. 1996. Successive pot cultures reveal high species richness of arbuscular endomycorrhizal fungi in arid ecosystems. *Can. J. Bot*. 74:1883-1889.
- Terres V., Artetxe A., Beunza A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. *Revista Horticultura* N° 125.
- Torres A., M. 1992. Respuesta de los portainjertos de cítricos a la inoculación con hongos V-A. Efecto de la aplicación de benomil y fósforo sobre la simbiosis de naranjo agrio-hongo endomicorrízico. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 107 p.
- Torres A., L. García y R. Díaz. 1986. Influencia de los portainjertos sobre los pigmentos fotosintéticos, las relaciones hídricas y el contenido de proteínas en las hojas de arboles cítricos. *La Habana*. 1:109-114.
- Trappe J.,M.; 1981. Mycorrhizae and productivity of arid and semiarid rangelands. *In*: Advances in food producing systems for arid and semiarid lands. New York. Academic Press. pp. 581-599.
- Troeh, Z. and T.E. Loynachan. 2003. Mycorrhizal: Endomycorrhizal fungal survival in continuous corn, soybean, and fallow. *Agron. J*. 95:224-230.
- Urrestarazu M. 1997. Manual de cultivo sin suelo. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería
- Valdecantos, V. 2001. Aplicación de fertilizantes orgánicos en la repoblación de zonas forestales degradadas de la comunidad Valenciana. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- Varnero, M.T. 2001. Desarrollo de substratos orgánicos: Compost y bioabonos. Publicaciones misceláneas forestales. Universidad de Chile. Junio. pp. 21-29.
- Villegas M., A. y S.A. Curti D. 2006. Situación de la citricultura en México. Actas del II Seminario Internacional de Post-cosecha de Cítricos. Concordia, Entre Ríos, Argentina. pp. 7-14.

- Villegas-Monter, A. y M. Anadrade R. 2005. Secado y almacenamiento de semillas de mandarina "Cleopatra". *Pesq. Agropec. Bras.* 40:79-85.
- Vinceslas-Akpa M., M. Loquet. 1997. Organic matter transformations in lignocellulosic waste products composed or vermicomposted (*Eisenia foetida andrei*): Chemical analysis and ¹³C CPMAS NMR Spectroscopy. *Soil Biol. Biochem.* 29:751-758.
- Wagner, M., G. Labprem, C. Marín, G. Medina y L. Rangel. 2002. Efecto de diferentes patrones de cítricos e intervalos de riego sobre la calidad y producción de la naranja "valencia". *Biagro* 14:71-76.
- Walkley A. and I.A. Black. 1974. A critical examination of rapid method for determining organic carbon in soils. *Soil Sci.* 63:251-254.
- Whalen, J.K., R.W. Parmelee, D.A. McCartney, and J.L. Vanarsdale. 1999. Movement of N from decomposing earthworm tissue to soil, microbial and plant N pools. *Soil Biol. Biochem.* 31:487-492.
- Wong S.H., D.A. Griffiths. 1991. Vermicomposting in the management of pig-waste in Hong Kong. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 7:595-595.
- Wu, L., L.Q. Ma, y G.A. Martínez. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. *J. Environ. Qual.* 29:424-429.
- www.definicion.org/haustorio
- www.infogym.fr/webspa/txtoligoelements1.htm
- www.mycorrhiza.ag.utk.edu

VIII. APÉNDICE

Apéndice A1

Cuadro A1.1. Análisis de Varianza de la altura a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	33917.6775	3768.6308	25.88	<.0001	
PORTA	2	113138.7416	56569.3708	388.43	<.0001	
SUST*PORTA	18	7494.6150	416.3675	2.86	0.0001	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	46479.8774	5164.4308	26.25	<.0001	
PORTA	2	117851.9838	58925.9919	299.55	<.0001	
SUST*PORTA	18	11576.7248	643.1514	3.27	<.0001	

Cuadro A1.2. Análisis de Varianza del diámetro de tallo a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	2.65522690	0.29502521	27.27	<.0001	
PORTA	2	13.80197723	6.90098861	637.86	<.0001	
SUST*PORTA	18	1.44204110	0.08011339	7.40	<.0001	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	5.00058480	0.55562053	39.51	<.0001	
PORTA	2	21.53852378	10.76926189	765.72	<.0001	
SUST*PORTA	18	2.30574088	0.12809672	9.11	<.0001	

Cuadro A1.3. Análisis de Varianza del número de brotes a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	47.71221001	5.30135667	1.14	0.3427
PORTA	2	71.96826424	35.98413212	7.75	0.0008
SUST*PORTA	18	14.11039876	0.78391104	0.17	0.9999
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	152.742479	16.971387	1.44	0.1715
PORTA	2	1783.487234	891.743617	75.57	<.0001
SUST*PORTA	18	191.479487	10.637749	0.90	0.5772

Cuadro A1.4. Análisis de la longitud de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	9929.35156	1103.26128	21.38	<.0001
PORTA	2	30334.07022	15167.03511	293.86	<.0001
SUST*PORTA	18	4458.54311	247.69684	4.80	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	13216.17778	1468.46420	5.29	<.0001
PORTA	2	20711.40556	10355.70278	37.27	<.0001
SUST*PORTA	18	6767.37222	375.96512	1.35	0.1896

Cuadro A1.5. Análisis de Varianza de la longitud de las raíces a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	356.8444444	39.6493827	2.21	0.0339
PORTA	2	427.4000000	213.7000000	11.89	<.0001
SUST*PORTA	18	505.4888889	28.0827160	1.56	0.1007
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	595.469444	66.163272	2.67	0.0112
PORTA	2	1596.516667	798.258333	32.25	<.0001
SUST*PORTA	18	843.205556	46.844753	1.89	0.0342

Cuadro A1.6. Análisis de Varianza de la materia fresca de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	2176.517361	241.835262	9.61	<.0001
PORTA	2	6107.661162	3053.830581	121.37	<.0001
SUST*PORTA	18	2046.271682	113.681760	4.52	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	4667.69332	518.63259	2.02	0.0528
PORTA	2	18005.43941	9002.71970	35.00	<.0001
SUST*PORTA	18	5372.24684	298.45816	1.16	0.3220

Cuadro A1.7. Análisis de Varianza del peso seco de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	522.571738	58.063526	9.61	<.0001
PORTA	2	1467.107202	733.553601	121.39	<.0001
SUST*PORTA	18	491.497642	27.305425	4.52	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	1135.281254	126.142362	2.04	0.0498
PORTA	2	4358.178976	2179.089488	35.27	<.0001
SUST*PORTA	18	1318.474602	73.248589	1.19	0.3016

Cuadro A1.8. Análisis de Varianza del peso fresco de las raíces a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	874.212868	97.134763	6.91	<.0001
PORTA	2	3272.691287	1636.345643	116.38	<.0001
SUST*PORTA	18	782.930336	43.496130	3.09	0.0005
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	5475.16637	608.35182	3.12	0.0038
PORTA	2	14569.17353	7284.58676	37.41	<.0001
SUST*PORTA	18	3517.86401	195.43689	1.00	0.4688

Cuadro A1.9. Análisis de Varianza del peso seco de las raíces a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	33.0899822	3.6766647	6.88	<.0001
PORTA	2	124.0556022	62.0278011	116.02	<.0001
SUST*PORTA	18	29.9557978	1.6642110	3.11	0.0005
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	267.6808444	29.7423160	3.99	0.0005
PORTA	2	523.2983889	261.6491944	35.07	<.0001
SUST*PORTA	18	135.1787222	7.5099290	1.01	0.4657

Cuadro A1.10. Análisis de Varianza del Área foliar de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	289116.472	32124.052	8.00	<.0001
PORTA	2	1141130.614	570565.307	142.17	<.0001
SUST*PORTA	18	326424.633	18134.702	4.52	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	827566.831	91951.870	1.71	0.1054
PORTA	2	3124743.399	1562371.700	29.13	<.0001
SUST*PORTA	18	865391.179	48077.288	0.90	0.5848

Cuadro A1.11. Análisis de Varianza de brotes de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	37.0666667	4.1185185	2.71	0.0103
PORTA	2	202.7555556	101.3777778	66.60	<.0001
SUST*PORTA	18	33.4666667	1.8592593	1.22	0.2742
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	313.1555556	34.7950617	6.01	<.0001
PORTA	2	281.6888889	140.8444444	24.33	<.0001
SUST*PORTA	18	171.6444444	9.5358025	1.65	0.0768

Cuadro A1.12. Análisis de Varianza del Diámetro de tallo de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	50.6461822	5.6273536	4.38	0.0002
PORTA	2	313.1787089	156.5893544	121.86	<.0001
SUST*PORTA	18	33.8164244	1.8786902	1.46	0.1372
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	103.3595556	11.4843951	4.38	0.0002
PORTA	2	639.1402222	319.5701111	121.86	<.0001
SUST*PORTA	18	69.0131111	3.8340617	1.46	0.1372

Cuadro A1.13. Análisis de Varianza de la Tasa de crecimiento relativo a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	0.31851111	0.03539012	22.06	<.0001	
PORTA	2	0.98412667	0.49206333	306.69	<.0001	
SUST*PORTA	18	0.13929556	0.00773864	4.82	<.0001	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	0.19044444	0.02116049	5.27	<.0001	
PORTA	2	0.31662000	0.15831000	39.41	<.0001	
SUST*PORTA	18	0.10133556	0.00562975	1.40	0.1645	

Cuadro A1.14. Análisis de Varianza del Índice de calidad de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	2.45488444	0.27276494	4.47	0.0002	
PORTA	2	16.64466667	8.32233333	136.33	<.0001	
SUST*PORTA	18	1.98802222	0.11044568	1.81	0.0451	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	16.17733333	1.79748148	3.12	0.0038	
PORTA	2	93.45202667	46.72601333	81.07	<.0001	
SUST*PORTA	18	11.95724000	0.66429111	1.15	0.3285	

Cuadro A1.15. Análisis de Varianza del Nitrógeno Total de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	9.19759227	1.02195470	113.59	<.0001
PORTA	2	0.08179163	0.04089581	4.55	0.0145
SUST*PORTA	18	1.56900099	0.08716672	9.69	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	16.35361075	1.81706786	53.60	<.0001
PORTA	2	0.03696539	0.01848269	0.55	0.5825
SUST*PORTA	18	1.26958993	0.07053277	2.08	0.0180

Cuadro A1.16. Análisis de Varianza del P Total de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	69334153.04	7703794.78	22.78	<.0001
PORTA	2	126920.61	63460.31	0.19	0.8294
SUST*PORTA	18	10158022.74	564334.60	1.67	0.0715
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	9	82725732.49	9191748.05	9.99	<.0001
PORTA	2	2201146.82	1100573.41	1.20	0.3095
SUST*PORTA	18	13400148.91	744452.72	0.81	0.6822

Cuadro A1.17. Análisis de Varianza de Zinc de las plantas a los 180 y 270 ddt. de tres portainjertos y diez mezclas de sustratos.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	3116.015407	346.223934	14.35	<.0001	
PORTA	2	23.652614	11.826307	0.49	0.6149	
SUST*PORTA	18	483.312479	26.850693	1.11	0.3628	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	9	29197.01386	3244.11265	5.36	<.0001	
PORTA	2	304.49437	152.24719	0.25	0.7784	
SUST*PORTA	18	16109.87074	894.99282	1.48	0.1305	

Apéndice A2

Cuadro A2.1 Análisis de Varianza de la altura a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	49962.46914	6245.30864	28.62	<.0001	
HMA	2	2653.04321	1326.52160	6.08	0.0026	
SUST*HMA	16	10218.51235	638.65702	2.93	0.0002	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	44981.80247	5622.72531	27.22	<.0001	
HMA	2	9464.52469	4732.26235	22.91	<.0001	
SUST*HMA	16	16843.41975	1052.71373	5.10	<.0001	

Cuadro A2.2. Análisis de Varianza del diámetro de tallo a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	3.59210973	0.44901372	34.41	<.0001	
HMA	2	0.54430512	0.27215256	20.86	<.0001	
SUST*HMA	16	1.09349066	0.06834317	5.24	<.0001	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	6.81944698	0.85243087	58.62	<.0001	
HMA	2	0.32974579	0.16487290	11.34	<.0001	
SUST*HMA	16	2.15172784	0.13448299	9.25	<.0001	

Cuadro A2.3. Análisis de Varianza del número de brotes a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	7.14423077	0.89302885	1.30	0.2660
HMA	2	1.99875992	0.99937996	1.45	0.2438
SUST*HMA	16	9.87367598	0.61710475	0.90	0.5780
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	168.8383234	21.1047904	1.53	0.1462
HMA	2	0.2666678	0.1333339	0.01	0.9904
SUST*HMA	16	325.2433893	20.3277118	1.48	0.1085

Cuadro A2.4. Análisis de Varianza de la longitud de las raíces a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	84.4691358	10.5586420	0.90	0.5200
HMA	2	234.8395062	117.4197531	10.05	0.0002
SUST*HMA	16	358.0493827	22.3780864	1.92	0.0390
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	175.4135802	21.9266975	0.74	0.6536
HMA	2	11.8765432	5.9382716	0.20	0.8184
SUST*HMA	16	693.2901235	43.3306327	1.47	0.1468

Cuadro A2.5. Análisis de Varianza del peso seco de las plantas a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	574.5928988	71.8241123	8.93	<.0001
HMA	2	0.3516617	0.1758309	0.02	0.9784
SUST*HMA	16	282.1155827	17.6322239	2.19	0.0166
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	553.4281136	69.1785142	7.39	<.0001
HMA	2	67.0249580	33.5124790	3.58	0.0346
SUST*HMA	16	336.3007531	21.0187971	2.25	0.0139

Cuadro A2.6. Análisis de Varianza del Área foliar de las plantas a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	290558.3291	36319.7911	7.03	<.0001
HMA	2	581.0526	290.5263	0.06	0.9454
SUST*HMA	16	141431.3741	8839.4609	1.71	0.0725
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	165149.4433	20643.6804	3.56	0.0022
HMA	2	37001.1435	18500.5718	3.19	0.0491
SUST*HMA	16	119846.5593	7490.4100	1.29	0.2366

Cuadro A2.7. Análisis de Varianza de la Tasa de crecimiento relativo a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	0.24515556	0.03064444	3.78	0.0014
HMA	2	0.00191852	0.00095926	0.12	0.8886
SUST*HMA	16	0.15388148	0.00961759	1.19	0.3084
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	0.18206173	0.02275772	7.87	<.0001
HMA	2	0.01819506	0.00909753	3.15	0.0510
SUST*HMA	16	0.02687160	0.00167948	0.58	0.8845

Cuadro A2.8. Análisis de Varianza del Nitrogeno Total de las plantas a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	1.51756477	0.18969560	5.21	<.0001
HMA	2	0.01696299	0.00848149	0.23	0.7930
SUST*HMA	16	2.25882701	0.14117669	3.88	<.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	1.82201440	0.22775180	3.73	0.0015
HMA	2	1.11970565	0.55985283	9.17	0.0004
SUST*HMA	16	3.29029012	0.20564313	3.37	0.0004

Cuadro A2.9. Análisis de Varianza del P Total de las plantas a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	39856402.01	4982050.25	11.51	<.0001
HMA	2	4649799.30	2324899.65	5.37	0.0074
SUST*HMA	16	26577583.52	1661098.97	3.84	0.0001
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	29136937.01	3642117.13	2.98	0.0077
HMA	2	5010246.07	2505123.03	2.05	0.1386
SUST*HMA	16	52473942.51	3279621.41	2.68	0.0035

Cuadro A2.10. Análisis de Varianza de Zinc de las plantas a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt					
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	919.743903	114.967988	3.80	0.0013
HMA	2	3359.961871	1679.980935	55.60	<.0001
SUST*HMA	16	949.489518	59.343095	1.96	0.0336
270 ddt					
Fuente	DF	Tipo ISS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
SUST	8	11743.17080	1467.89635	1.26	0.2812
HMA	2	20950.75747	10475.37874	9.03	0.0004
SUST*HMA	16	21398.63743	1337.41484	1.15	0.3347

Cuadro A2.11. Análisis de Varianza del % de colonización micorrizica a los 180 y 270 ddt. del portainjerto C35 en nueve mezclas de sustratos inoculados con *G. Zac-19* y *G. intraradices*.

180 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	9241.11938	1155.13992	30.51	<.0001	
HMA	1	10509.65103	10509.65103	277.58	<.0001	
SUST*HMA	8	1675.74160	209.46770	5.53	0.0001	
270 ddt						
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
SUST	8	9241.11938	1155.13992	30.51	<.0001	
HMA	1	10509.65103	10509.65103	277.58	<.0001	
SUST*HMA	8	1675.74160	209.46770	5.53	0.0001	