



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

“EVALUAR EL EFECTO DE LOS EXTRACTOS ACUOSOS DE HOJAS FRESCAS DE NEEM (*AZADIRACHTA INDICA*, A. JUSS. L.) Y MATA-RATÓN (*GLIRICIDIA SEPIUM*. JACQUIN) SOBRE LAS PLAGAS, CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS EN CULTIVO CERRADO DE TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL.)”

**OPCIÓN I
TESIS PROFESIONAL**

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

PRESENTA:

JAVIER HERNANDEZ DIAZ

ASESOR:

DR. JOAQUIN A. MONTES MOLINA

REVISORES:

DR. REINER RINCON ROSALES

DRA. TERESA DEL R. AYORA TALAVERA

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

JUNIO DEL 2011

RESUMEN

Se realizaron estudios para evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*.Jacquin) sobre las plagas, crecimiento y características bromatológicas, aplicados en un sistema cerrado del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se utilizaron como testigos un agente químico (Thiodan®) y un blanco sin tratamiento (agua). Este estudio se inicio el 1 de julio de 2009, la primera siembra se realizo a principios de Julio y la segunda a principios de noviembre obteniendo dos cosechas durante el desarrollo del experimento, en las instalaciones del invernadero del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG) (16° 46" 24" latitud norte y 93° 10" 22" altitud oeste, 600 m.s.n.m), y concluyo en marzo de 2010, usando una variedad de tomate Saladette Río Fuego y siembra mecánica. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones, se ubicaron en 3 bloques, 5 casetas cada bloque (cuatro tratamientos y una sin insectos), conteniendo cada caseta cuatro plantas de tomate, distribuidos en el área de trabajo, sumando un total de 15 casetas teniendo un total de 12 plantas por tratamiento. Se realizaron seis aplicaciones durante cada ciclo del cultivo. Los tratamientos extracto de hojas de mata-ratón (*G. sepium*) y extracto de hojas de neem (*Azadirachta Indica*) ejercieron un efecto positivo contra los insectos dañinos, mosquita blanca, el trips, la diabrotica, el chapulín, el gusano cogollero, palomillo del nopal y el salivaso. El extracto de hojas de mata-ratón (*G. sepium*) beneficio significativamente el crecimiento de las plantas, evidenciando un incremento en el numero de flores, numero de frutos, peso de fruto, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso de la planta húmeda, peso de la planta seca, peso de follaje húmedo, peso de follaje seco, peso de la raíz húmeda, peso de la raíz seca, diámetro del tallo de la planta en comparación con los tratamientos, extracto de hojas de neem (A. Indica) y el agente químico (Thiodan®) respectivamente. La aspersión del extracto de mata-ratón foliares en tomate incremento significativamente el contenido de cenizas, fibra y nitrógeno en follaje de tomate, caso contrario con lo que sucedió con las tratadas con el extracto de neem donde lo redujo significativamente. Además se mostro que el contenido de fibra, proteína, ceniza y acidez en los frutos hubo un incremento significativo con el extracto de mata-ratón. Los 2 tratamientos tuvieron efectividad contra los insectos dañinos encontrados en el cultivo de tomate y tuvieron menor efecto en los insectos benéficos, pero el de mayor efecto fue el extracto de mata-ratón seguido del neem.

Palabras clave: *Azadirachta indica*, A. Juss L, *Gliricidia sepium*.Jacquin, *Lycopersicum esculentum* Mill.

TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Importancia del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.).....	3
2.1.1. Aspectos económicos.....	3
2.1.2. Produccion Mundial.....	3
2.1.3. Produccion nacional.....	4
2.1.3.1. Principales estados productores.....	5
2.1.3.2. Produccion de riego y temporal.....	6
2.1.3.3. Superficies.....	6
2.3.3.4. Rendimientos.....	6
2.3.3.5. Precio al medio rural.....	6
2.3.3.6. Comercio exterior.....	6
2.1.4. Produccion en Chiapas.....	7
2.1.5. Usos del tomate.....	8
2.1.6. Origen.....	8
2.1.7. Taxonomia y Morfologia.....	9
2.2. Condiciones que requiere para el desarrollo del cultivo de tomate.....	12
2.2.1. Requerimiento agroclimáticos.....	12
2.2.2. Requerimientos edafológicas.....	13
2.3. Tipos de clasificaciones.....	13
2.4. Etapas fenológicas.....	14
2.5. Particularidades del cultivo de tomate.....	15
2.5.1. Marcos de plantación.....	15
2.5.2. Aporcado rehundido.....	15
2.5.3. Tuteurado.....	15
2.5.4. Destallado.....	16
2.5.5. Deshojado.....	16
2.5.6. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	16
2.5.7. Fertirrigacion.....	16
2.6. Plagas que afectan al cultivo de tomate.....	19

2.6.1. Definicion de plaga.....	19
2.6.2. Incidencia de plagas en la planta de tomate, en sus diferentes etapas	
Fenológicas.....	20
2.6.3. Definicion de insecto.....	20
2.6.4. Principales insectos más importantes que afectan el cultivo de tomate.....	22
2.7. Principales enfermedades del cultivo de tomate.....	39
2.8. Generalidades de <i>Azadirachta indica</i> (neem).....	45
2.8.1. Origen.....	45
2.8.2. Clasificacion Cientifica.....	45
2.8.3. Descripción.....	46
2.8.4. Composición química.....	47
2.8.5. Propiedades farmacológicas de <i>A. indica</i>	49
2.8.6. Acción bioinsecticida del neem.....	50
2.8.7. Toxicidad con otros organismos.....	50
2.9. Generalidades de mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> . Jacquin).....	51
2.9.1. Origen.....	51
2.9.2. Clasificación Cientifica.....	51
2.9.3. Descripcion.....	51
2.9.4. Composición química.....	53
2.9.5. Usos.....	53
III.JUSTIFICACIÓN.....	55
IV. OBJETIVOS.....	56
4.1. Objetivo general	56
4.2. Objetivos específicos.....	56
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
5.1. Localización del área de trabajo.....	57
5.2. Diseño experimental.....	57
5.3.-Preparación de unidades experimentales.....	58
5.4.-Siembra del cultivo.....	58
5.5.-Preparación de los extractos botánicos (neem y mata-ratón).....	58
5.6 . Aplicación de los extractos acuosos de neem y mata-raton y el agente químico	

(Thiodan®).....	59
5.7. Técnicas de muestreo.....	59
5.8. Variables que se midieron.....	59
5.8.1.-Numero de insectos benéficos y dañinos.....	59
5.8.2.-Medición de variables de crecimiento.....	59
5.8.3.-Medición de variables de cosecha del fruto.....	60
5.9.-Análisis bromatológico.....	60
5.9.1. Humedad.....	60
5.9.2. Cenizas.....	60
5.9.3. Grasas.....	61
5.9.4. Fibra.....	61
5.9.5. Proteína.....	61
5.9.6. Carbohidratos.....	62
5.9.7. Acidez Titulable.....	62
5.9.8. Valoración de pH.....	62
5.9.9. Contenido de carotinoides totales y licopeno.....	62
5.10. Determinación de metabolitos de defensa (fenoles).....	63
5.10.1. Extracción.....	63
5.10.2. Fundamento del método.....	63
5.10.3. Curva de calibración, concentración de fenoles.....	63
5.11. Análisis estadístico.....	64
VI. RESULTADOS.....	65
6.1. Resultado de las variables conteo de insectos antes y después de la aplicación de los tratamientos.....	65
6.2. Variables de Crecimiento.....	85
6.3. Variables de Rendimiento.....	105
6.4. Variable del análisis Bromatológico.....	119
6.5. Análisis de metabolitos de defensa (Fenoles).....	153
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	155
VIII. CONCLUSIONES.....	159

X. RECOMENDACIONES.....	160
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
XII. ANEXOS.....	167

LISTA DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1. Producción mundial de tomate rojo en el periodo 2002-2007.....	4
CUADRO 2. Producción de tomate en México en el periodo 2002-2008.....	5
CUADRO 3. Producción de tomate rojo en Chiapas (riego).....	8
CUADRO 4. Clasificación científica del neem (<i>Azadirachta Indica</i>).....	45
CUADRO 5. Composición química de la torta de neem (%).....	47
CUADRO 6. Especificaciones para el aceite de semillas de neem (<i>Azadirachta Indica</i>)...	47
CUADRO 7. Composición química de la hoja de neem (%).....	48
CUADRO 8. Clasificación científica de la <i>Gliricidia sepium</i> (mata-ratón).....	51
CUADRO 9. Distribución de las casetas en el área experimental.....	58

LISTA DE FIGURAS	PAG.
FIGURA 1. Principales países productores 2007.....	4
FIGURA 2. Principales estados productores en México 2008.....	6
FIGURA 3. Planta del tomate y sus diferentes partes principales.....	10
FIGURA 4. Partes de la raíz de la planta del tomate.....	10
FIGURA 5. Tallo de la planta del tomate.....	11
FIGURA 6. Hoja de la planta del tomate.....	11
FIGURA 7. fruto de tomate.....	12
FIGURA 8. Etapas fenológicas de la planta de tomate.....	14
FIGURA 9. Estructura de un insecto.....	21
FIGURA 10. Estructura de la Cutícula de un Insecto.....	21
FIGURA 11. Insecto picador-chupador.....	22
FIGURA 12. Insectos Masticadores.....	22
FIGURA 13. Araña Roja (<i>Tetranychus unticae</i>).....	23
FIGURA 14. Mosquita blanca (Bemisia Tabaci).....	24
FIGURA 15. Hoja de tomate dañado por un minador de hoja (<i>Liriomyza</i> spp).....	26
FIGURA 16. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	26

FIGURA 17. Vasate (<i>Aculops lycopersici</i> -Masse).....	27
FIGURA 18. Pulgón (<i>Aphis gossypii</i>).....	28
FIGURA 19. Paratrioza (<i>Paratriozacockerelli</i>).....	29
FIGURA 20. Gusanos de suelo.....	29
FIGURA 21. Nematodo (<i>Meloidogyne</i> incognita).....	30
FIGURA 22. Gusano alfiler (<i>Keiferia</i>).....	31
FIGURA 23. Hojas minadas por (<i>Keiferia lycopersicella</i>).....	31
FIGURA 24. Larva de gusano soldado	32
FIGURA 25. Daño a los frutos de tomate por Gusano Soldado (<i>Spodoptera spp</i>).....	32
FIGURA 26. <i>Epitrix cucumeris</i>	32
FIGURA 27. Hojas dañadas por <i>Epitrix cucumeris</i>	33
FIGURA 28. Adulto de (<i>Diabrotica balteata</i>).....	33
FIGURA 29. <i>Diabrotica balteata</i> atacando hojas de la plantas.....	34
FIGURA 30. Gusano cachón (<i>Manduca sexta</i>).....	34
FIGURA 31. Larva del gusano cachón (<i>Manduca sexta</i>) en follaje del tomate.....	35
FIGURA 32. Larva del Gusano falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>).....	35
FIGURA 33. Gusano falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>) comiendo el follaje.....	36

FIGURA 34. Gusano cortador. (<i>Agrotis ipsilon</i>).....	36
FIGURA 35. Larvas de <i>Agrotis ipsilon</i> alimentándose de raíces.....	37
FIGURA 36. Gusano cogollero (<i>Scrobipalpula absoluta</i>).....	38
FIGURA 37. Gusanos cogolleros cortando el caule de la planta.....	38
FIGURA 38. Afidos.....	39
FIGURA 39. Planta infectado de moho gris (<i>Botrytis cinérea</i>).....	40
FIGURA 40. Hoja de tomate infectado de la enfermedad Mildeu polvoriento o cenicienta (<i>Leveillula taurica; Oidiopsis taurica</i>	41
FIGURA 41. Planta de tomate infectado de (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i>)...	42
FIGURA 42. Hoja de tomate infectado de la enfermedad (<i>Phytophthora infestans</i>).....	43
FIGURA 43. Planta de tomate infectado del hongo (<i>Verticilium dahliae</i> Kleb).....	44
FIGURA 44. Neem (<i>Azadirachta indica</i> . A. Juss. L.).....	46
FIGURA 45. Estructura química de limonoides de <i>A. indica</i> con efecto insecticida.....	48
FIGURA 46. Mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> . Jacquin).....	52
FIGURA 47. Ubicación de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.....	57
FIGURA 48. Análisis de varianza para el insecto mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), del segundo cultivo de tomate, antes y dos horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	66

FIGURA 49. Análisis de varianza para el insecto mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$)...	67
FIGURA 50. Análisis de varianza para el insecto chapulín (<i>Sphenarium spp.</i>), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	68
FIGURA 51. Análisis de varianza para el insecto chapulín (<i>Sphenarium spp.</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	69
FIGURA 52. Análisis de varianza para el insecto diabrotica (<i>diabrotica sp</i>), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	70
FIGURA 53. Análisis de varianza para el insecto diabrotica (<i>diabrotica sp</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	71
FIGURA 54. Análisis de varianza para el insecto salivaso (<i>Homóptera sp.</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	72
FIGURA 55. Análisis de varianza para el insecto palomilla del nopal (<i>Homóptera sp.</i>), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales	-

<i>(Tukey P<0.05)</i>	73
FIGURA 56. Análisis de varianza para el insecto trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	74
FIGURA 57. Análisis de varianza para el insecto oruga (<i>Heliothis spp</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	75
FIGURA 58. Análisis de varianza para el insecto araña (<i>Lysomanes sp.</i>), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos durante los 50 d(días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	76
FIGURA 59. Análisis de varianza para el insecto araña (<i>Lysomanes sp.</i>), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	77
FIGURA 60. Análisis de varianza para el insecto avispa (<i>Vespa sp.</i>) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	78
FIGURA 61. Análisis de varianza para el insecto avispa (<i>Vespa sp.</i>) del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días de emergencia); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).....	79
FIGURA 62. Análisis de varianza para el insecto mariposa (<i>Dannaus plexippus</i>) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de	

los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	80
FIGURA 63. Análisis de varianza para el insecto mariposa (<i>Dannaus plexippus</i>) del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	81
FIGURA 64. Análisis de varianza para el insecto hormiga (<i>Messor barbarus</i>) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	82
FIGURA 65. Análisis de varianza para el insecto hormiga (<i>Messor barbarus</i>) del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	83
FIGURA 66. Análisis de varianza para el insecto mantis religiosa (<i>Mantis religiosa sp.</i>) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	84
FIGURA 67. Análisis de varianza para la variable longitud de la planta del segundo cultivo de tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	85
FIGURA 68. Análisis de varianza para la variable longitud de la planta del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	86
FIGURA 69. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las plantas del	

segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	87
FIGURA 70. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	88
FIGURA 71. Análisis de varianza para la variable longitud de follaje en plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	89
FIGURA 72. Análisis de varianza para longitud de follaje en plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	90
FIGURA 73. Análisis de varianza para la variable peso de follaje de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).....	91
FIGURA 74. Análisis de varianza para la variable peso de follaje de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).....	92
FIGURA 75. Análisis de varianza para la variable peso de follaje seco de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).....	93
FIGURA 76. Análisis de varianza para la variable peso de follaje seco de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).....	94

tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	94
FIGURA 77. Análisis de varianza para la variable peso de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$)....	95
FIGURA 78. Análisis de varianza para la variable peso de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	96
FIGURA 79. Análisis de varianza para la variable peso de la planta total seca de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	97
FIGURA 80. Análisis de varianza para la variable peso de la planta total seca de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	98
FIGURA 81. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	99
FIGURA 82. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de las plantas de tomate del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	100
FIGURA 83. Análisis de varianza para la variable peso de la raíz seco de las plantas	

del segundo experimento para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	101
FIGURA 84. Análisis de varianza para la variable peso de la raíz seca de las plantas del tercer cultivo de tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	102
FIGURA 85. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	103
FIGURA 86. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas del tercer cultivo tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	104
FIGURA 87. Análisis de varianza de la variable días a floración de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	105
FIGURA 88. Análisis de varianza de la variable días a floración de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	106
FIGURA 89. Análisis de varianza de la variable días a frutación de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	107

FIGURA 90. Análisis de varianza de la variable días a frutación de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	108
FIGURA 91. Análisis de varianza de la variable número de flores de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	109
FIGURA 92. Análisis de varianza de la variable número de flores de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	110
FIGURA 93. Análisis de varianza de la variable número de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	111
FIGURA 94. Análisis de varianza de la variable número de frutos de las plantas del tercer cultivo tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	112
FIGURA 95. Análisis de varianza de la variable peso del fruto de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	113
FIGURA 96. Análisis de varianza de la variable peso del fruto de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	114

FIGURA 97. Análisis de varianza de la variable longitud de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	115
FIGURA 98. Análisis de varianza de la variable longitud de frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	116
FIGURA 99. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	117
FIGURA 100. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	118
FIGURA 101. Análisis de varianza para azúcares en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	119
FIGURA 102. Análisis de varianza para azúcares en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	120
FIGURA 103. Análisis de varianza para b-caroteno en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después	

del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	121
FIGURA 104. Análisis de varianza para b-caroteno en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	122
FIGURA 105. Análisis de varianza para cenizas en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	123
FIGURA 106. Análisis de varianza para cenizas en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	124
FIGURA 107. Análisis de varianza para fibras en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	125
FIGURA 108. Análisis de varianza para fibras en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	126
FIGURA 109. Análisis de varianza para grasas en follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	127

FIGURA 110. Análisis de varianza para grasas en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	128
FIGURA 111. Análisis de varianza para nitrógeno total en follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	129
FIGURA 112. Análisis de varianza para nitrógeno total en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	130
FIGURA 113. Análisis de varianza para pH en follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	131
FIGURA 114. Análisis de varianza para pH en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 dde (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	132
FIGURA 115. Análisis de varianza para acidez en frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	133
FIGURA 116. Análisis de varianza para acidez en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	134

FIGURA 117. Análisis de varianza para azúcares en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	135
FIGURA 118. Análisis de varianza para azúcares en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	136
FIGURA 119. Análisis de varianza para b-caroteno en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	137
FIGURA 120. Análisis de varianza para b-caroteno en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	138
FIGURA 121. Análisis de varianza para ceniza en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	139
FIGURA 122. Análisis de varianza para ceniza en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	140
FIGURA 123. Análisis de varianza para fibra en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales	

(Tukey $P < 0.05$).....	141
FIGURA 124. Análisis de varianza para fibra en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	142
FIGURA 125. Análisis de varianza para licopeno en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	143
FIGURA 126. Análisis de varianza para licopeno en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	144
FIGURA 127. Análisis de varianza para pH en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	145
FIGURA 128. Análisis de varianza para pH en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	146
FIGURA 129. Análisis de varianza para nitrógeno total en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	147
FIGURA 130. Análisis de varianza para nitrógeno total en los frutos de las plantas del	

tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	148
FIGURA 131. Análisis de varianza para proteína en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	149
FIGURA 132. Análisis de varianza para proteína en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	150
FIGURA 133. Análisis de varianza para humedad en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	151
FIGURA 134. Análisis de varianza para humedad en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	152
FIGURA 135. Análisis de varianza para fenoles en los follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	153
FIGURA 136. Análisis de varianza para fenoles en los follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).....	154

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivado bajo invernadero o al aire libre, para consumo fresco o agroindustrial, es un cultivo importante en México, tanto por la superficie destinada anualmente a su producción como por la alta rentabilidad que obtienen los productores. La presencia de plagas es un factor importante, ya que afecta significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas, produciendo reducciones considerables en el rendimiento y calidad de los frutos cosechados o la muerte de la planta. Son variadas las plagas que afectan el cultivo de tomate desde sus estados iniciales hasta el momento de la cosecha, dañando el follaje, el fruto y causando muerte de tejido o planta cuando el ataque es severo. (Apablaza, 1994).

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), es un cultivo altamente susceptible al ataque de insectos y enfermedades, tales como gusano de tierra, polilla minadora, mosca minadora, mosca blanca, pulgones, entre otros, las que ocasionan perjuicio para los agricultores y representan pérdidas significativas en la economía de muchos países (Catie, 1990; Blanco y Hilje, 1995; Sánchez y Vergara, 1997).

Una de las plagas de mayor importancia corresponde a la mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), hemíptero que produce envejecimiento y debilitamiento prematuro de la planta, además de producir daño indirecto como desarrollo de fumagina (obliga a hacer lavado de frutos para la comercialización), y transmisión de virus disminuyendo el rendimiento en un 28% (Apablaza, 1990). Para este efecto, varios agentes químicos han sido utilizados para controlar los insectos dañinos al tomate como tratamientos incorporados al suelo y follaje (Apablaza, 1994).

En la actualidad, los consumidores están más interesados en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como el contenido nutricional, enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agentes químicos (agroquímicos, plaguicidas, fungicidas, etc.) especialmente por el consumo en fresco. Por lo anterior, es necesario encontrar sistemas de producción apegados lo mas cercano posible a la no aplicación de químicos, siendo uno de los caminos la agricultura orgánica, la cual según la FAO (2001) en forma general, la define como un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos.

Ante la necesidad de proteger los cultivos se ha propuesto como alternativa de solución la aplicación de bioinsecticidas a partir de extractos vegetales, en los cuales algunas plantas contienen estas propiedades.

Con el presente proyecto se pretende evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin) sobre las plagas dañinas y benéficas, así como también en crecimiento y características bromatológicas en cultivo cerrado de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Se sabe que los extractos de neem tiene actividad bioinsecticida debido a la presencia principalmente en la semilla de compuestos triterpenos como azadirachtina, salanina, nimbina y otros, y sus modos de actuar sobre los insectos, tales como efecto anti alimentario, repelente y regulador del crecimiento, entre otros, han sido descritos por diferentes autores (Brechelt y Fernandez, 1995; Jacobson, 1980; Parmar y Singh, 1993). Por otra parte, Schmutterer et al, (2005) informan que el espectro de acción abarca más de 400 especies de insectos de importancia económica, lo cual ratifica la importancia que tienen los bioinsecticidas de neem a escala mundial. En tal sentido, la azadirachtina se comercializa en diferentes tipos de formulados, para integrar en programas viables de control de plagas.

La planta de mata-ratón cuyo nombre científico es *Gliricidia sepium* pertenece a la familia de las Fabáceas. Es un árbol originario de Centro América y de la zona norte de América. Ha sido utilizado desde cientos de años atrás como un árbol multipropósito por los mayas. A través de todo este tiempo ha sido utilizado como leña, cercas vivas, sombrío de cultivos, construcciones, forraje para animales, abono verde, estabilización de suelos y como ornamental. Después de la leucaena, es tal vez el árbol leguminoso más cultivado, y en muchos casos puede producir más biomasa que la leucaena (Stewart et al, 1992).

Sin embargo, es muy importante evaluar el efecto de estos extractos sobre las plantas de tomate, por su importancia nutricional y económica.

II.- ANTECEDENTES

2.1.-Importancia del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

2.1.1.- Aspectos económicos

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie cultivada.

Se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial.

En México, como en otras partes del mundo, preferimos consumir el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc., gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado.

El tomate rojo o jitomate es una de las especies hortícolas de gran importancia tanto económica como social en nuestro país, el arraigo tradicional es tal que el consumo diario en la dieta del mexicano es muy alto y por ende la producción del mismo es muy redituable. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superada por el ganado vacuno (www.portal.veracruz.gob.mx, 2009).

2.1.2.- Producción mundial

De acuerdo con la FAO la producción mundial de tomate rojo en 2007 fue de 126.2 millones de toneladas (Cuadro 1), respecto a 2006 representa un decremento de (-) 0.6%. En el periodo 2002-2007 la TMAC de las exportaciones se ubicó en 2.0%.

Cuadro 1. Producción mundial de tomate rojo en el periodo 2002-2007.

Millones de toneladas	114.6	117.4	125.5	126.2	127	126.2
año	2002	2003	2004	2005	2006	2007

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO, 2009.

El tomate rojo se cultiva en diversos países (Figura 1), no obstante más del 50% de la producción se concentra en cinco países: China (26.7%), Estados Unidos (9.1%), Turquía (7.9%), India (6.8%) y Egipto (6.0%).

Fuente: FAO, 2009.

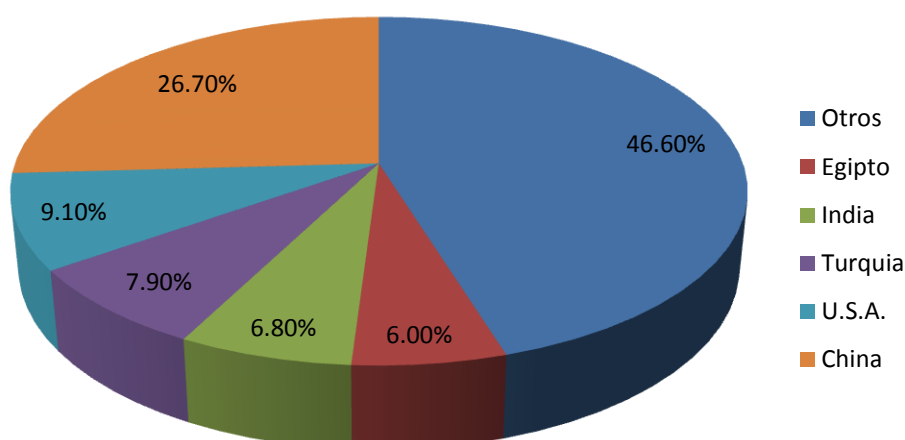


Figura 1. Principales países productores 2007.

2.1.3.- Producción nacional

A nivel nacional, la producción de tomate rojo en 2008, según datos preliminares fue de 2.3 millones de toneladas, lo que representó un decremento del (-) 4.1% respecto al año anterior, y un 11.2% con respecto a 2006. En el periodo comprendido entre 2002 y 2008, la producción presenta una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) del 2.6% (Cuadro 2). Para 2009 se estima un crecimiento de 2.7% en la producción, ubicándola en 2.4 millones de toneladas. Si bien existe

producción de tomate rojo en todas las entidades del país, seis son las que concentran más del 69% de la producción nacional (SIACON Y SIAP, 2009).

Cuadro 2. Producción de tomate en México en el periodo 2002-2008.

Años	Superficie ²		Rendimiento ³				Precio MR ²²	Valor Prod ³³
	Prod ¹	Sembrada	Cosechada	Riego	Temporal	R+T ¹¹		
2002	1.99	69.81	67.36	31.42	18.86	29.54	\$ 3, 123.92	\$ 6, 216. 53
2003	2.17	70.39	67.64	33.8	21.87	32.1	\$ 4, 226.18	\$ 9, 175.72
2004	2.31	75.61	71.5	34.13	18.5	32.37	\$ 6, 210.45	\$ 14, 374.88
2005	2.25	74.35	71.09	33.18	21.16	31.6	\$ 4, 413.71	\$ 9, 914.27
2006	2.09	66.51	63.95	34.7	20.43	32.73	\$ 5, 882.41	\$ 12, 314.41
2007	2.43	66.64	64.78	40.11	22.03	37.44	\$ 4, 752.89	\$ 11, 527.68
2008 p/	2.33	57.47	55.95	45.58	21.36	41.59	N/D	N/D

1 Millones de Ton, 2 millones de Ha, 3 Ton/Ha, 11 Riego + Temporal, 22 Precio Medio Rural en Pesos, 33 Valor de la producción en millones de Pesos.

N/D Cifra no disponibles, p/ Información preliminar.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON Y SIAP, 2009.

2.1.3.1.- Principales estados productores

Sinaloa es el principal productor a nivel nacional, en 2008 se estima que produjo 852.7 mil toneladas, lo que representa el 36.6% de la producción nacional. Durante el periodo 2000-2008 la producción presentó una tendencia creciente ubicando así la TMAC en 4.5%.

Baja California como segundo estado productor de tomate rojo, entre el año 2002 y 2008 registró una TMAC de (-) 0.9%. Al cierre de 2008, se estima que la producción total fue de 206.2 mil toneladas, 5.0% superior a la producción registrada en 2007.

Michoacán, en 2008 se estima que produjo 175.7 mil toneladas, lo que representa una caída del (-) 21.9% respecto al año anterior. La TMAC en el periodo 2002-2009 se ubicó en (-) 5.5% reflejo de una tendencia a la baja en la producción (SIAP, 2009).

Fuente: SIAP, 2009.

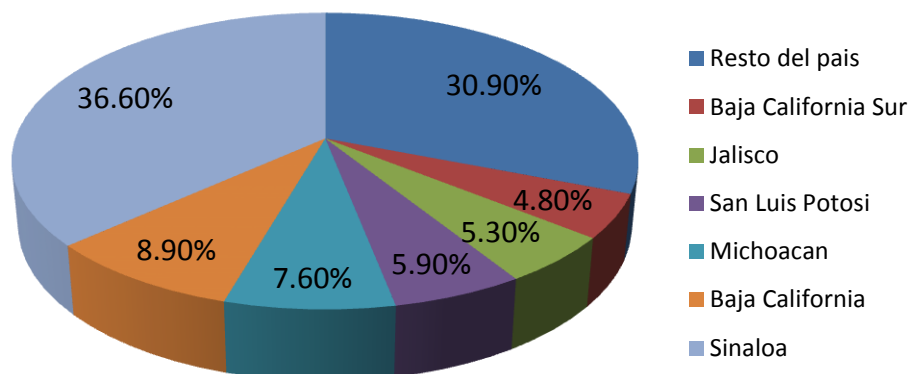


Figura 2. Principales estados productores en México 2008.

2.1.3.2.-Producción de Riego y Temporal

El 91.5% de la producción total corresponde a la modalidad de riego y el otro 8.5% corresponde a la modalidad de temporal. Los estados de Chiapas y Guerrero destacan por producir el 69.1% y 64.8% respectivamente, de su producción en modalidad de temporal (SIACON Y SIAP, 2009).

2.1.3.3.-Superficies

En 2008, la superficie sembrada de tomate rojo, a nivel nacional mostró un decremento de (-) 13.8% respecto al año anterior y de (-) 17.7% respecto a 2002.

De esta manera, entre 2002 y 2008, la TMAC de la superficie sembrada y cosechada de tomate rojo, se ubicó en (-) 3.2% y (-) 3.0% respectivamente.

La superficie siniestrada en 2008, se ubicó en 2.6% a nivel nacional, la menor registrada desde 2000. Las entidades que destacan por tener mayor índices de siniestralidad son: Yucatán (26.1%), Tabasco (22.1%), Chihuahua (18.0%) y Zacatecas (14.2%) (SIACON Y SIAP, 2009).

2.1.3.4.-Rendimientos

En el periodo 2002-2008, el rendimiento promedio del tomate rojo en México fue de 33.9 toneladas por hectárea, con una TMAC del 5.9%. A pesar de la fuerte caída registrada en la superficie sembrada, la producción no se ha visto afectada, debido al incremento en el rendimiento. De los

principales estados productores, el que registra la más alta productividad por hectárea es el estado de Baja California, con un rendimiento de 56.7 ton/ha (SIACON Y SIAP, 2009).

2.1.3.5.-Precio al Medio Rural

En el periodo 2002-2007, el precio al medio rural (PMR) ha mostrado un comportamiento mixto. Tan sólo entre 2006 y 2007 se registró un decremento de (-) 19.2%. La TMAC nacional del PMR presenta un crecimiento de 8.8%. Por su parte, en 2007 los principales estados productores presentaron decrementos importantes: Baja California (-36.9%), Baja California Sur (-) 45.7%, Jalisco (- 35.2%), Michoacán (-37.8%), San Luis Potosí (22.8%) y Sinaloa (-0.3%) (SIACON, 2009).

2.1.3.6.-Comercio Exterior

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) México es el principal exportador de tomate rojo fresco en el mundo. En el periodo 2002-2006, la TMAC de las exportaciones se ubicó en 5.0% (SIACON, 2009).

2.1.4.-Producción en Chiapas

En el estado de Chiapas, la zona más importante de producción de jitomate está ubicada en la región fronteriza, en los municipios de Independencia, Comitán y La Trinitaria.

Ahí se cultivan más de 400 hectáreas de jitomate (Cuadro 3) en sistemas protegidos denominados “pabellones,” los cuales pese a la vulnerabilidad de sus estructuras de madera y tela tejida, han logrado un impacto de gran importancia económica, y su producción es reconocida como “tomate comiteco.”

La zona centro, en los municipios de Chiapa de Corzo, Venustiano Carranza, Ocozocoautla y Tuxtla Gutiérrez, representa otra zona de producción importante (www.hortalizas.com, 13 OCT. 2009).

Cuadro 3. Producción de tomate rojo en Chiapas (riego)

Jitomate	2007	2008a	2009*
Superficie Cosechada (Ha)	271.5	307	337.2
Rendimiento (Ton. / Ha)	27.3	30.1	28.7
Volumen Producción (Ton.)	7,406.50	9,233.30	9,666.60
Precio Medio Rural (\$ / Ton.)	5,449.20	6,439.90	6,365.40
Valor Producción (Millones de pesos)	40.4	59.5	61.5

Fuente: SAGARPA, 2009.

2.1.5.- Usos del tomate

Por su alto contenido de vitaminas y minerales y por su agradable sabor, el tomate tiene importantes aplicaciones en medicina, estimula el aparato digestivo, es desinfectante y antiescorbútico, en gastronomía, ya que está incluido en numerosos platos en la cocina internacional. En la actualidad la investigación se centra en mejora el rendimiento, el sabor del fruto y la resistencia de esta planta a las enfermedades (Papadopoulos, 2000). Los tomates tiene vitamina C, potasio, fibra, y vitamina A en la forma promotora de la salud llamada beta-caroteno, la cual el cuerpo la convierte en vitamina A (Gil, I. e I. Miranda, 2000).

Los tomates además son fuente de licopeno, el cual es materia de un estudio actual sobre el rol de los químicos de la planta que promueven la salud. El estudio sugiere que el licopeno jugaría un rol importante en la lucha contra el cáncer. Como el beta-caroteno, el licopeno es un carotenoides, responsable del color rojo brillante del tomate, sandía y uvas (Gil, I. e I. Miranda, 2000).

2.1.6.- Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pertenece a la familia de las Solanáceas. Se cree que es originario de la faja costera del oeste en América del Sur, cerca de la 30 ° latitud sur de la línea ecuatorial. En la región andina del Perú se encuentran, a lo largo y ancho, numerosos parientes silvestres y cultivados del tomate, también en Ecuador y Bolivia, así como en la Isla Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en altitud

y latitud y, representan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie (Alcázar-Esquinas, 1981).

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre “tomate” viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes han seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969).

2.1.7- Taxonomía y morfología

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Solanales (Personatae).

Familia: Solanaceae.

Subfamilia: Solanoideae.

Tribu: Solanae.

Género: Lycopersicum

Especie: Esculentum.

Según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos distintos:

- Los determinados y;
- Los indeterminados.

La planta de crecimiento determinado es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice (Figura 3). El tomate de tipo indeterminado crece hasta alturas de 2 metros o más, según el empalado o tutoreo que se utilice. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo, produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos de éstos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades de tipo determinado, que son bajos o arbustivos. Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo de la planta de tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (Von Haeff, 1983).

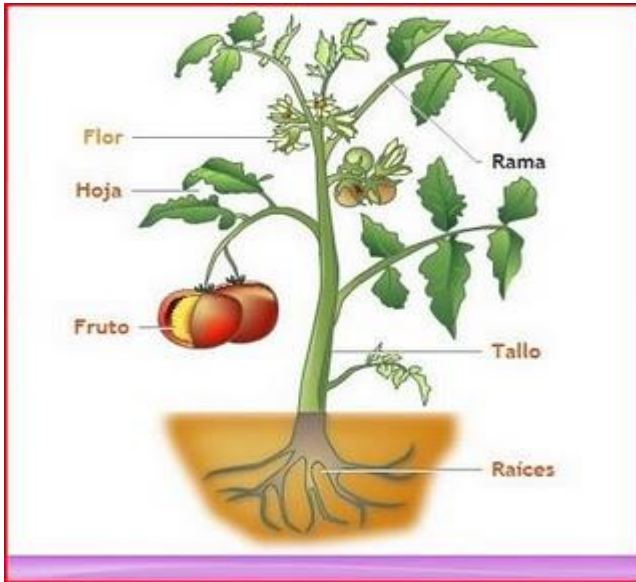


Figura 3. Planta del tomate y sus diferentes partes principales.

Raíz. El sistema radical del tomate consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias (Figura 4); la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad; sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales, las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones de tallo y en particular la basal, en condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985).

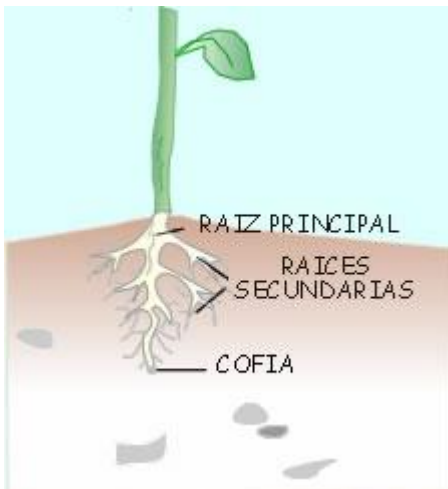


Figura 4. Partes de la raíz de la planta del tomate.

Tallo. La planta de tomate es una herbácea, perenne cultivada como anual, es ramificada, con crecimiento indeterminado o determinado por un racimo floral. El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos (Figura 5); el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el brote inmediato inferior al racimo, el cual surge con gran vigor (Berenguer, 2003).

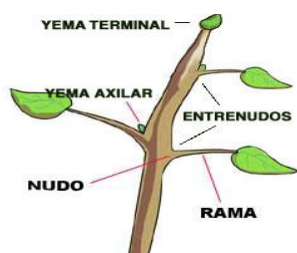


Figura 5. Tallo de la planta del tomate.

Hojas. Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos con bordes dentados (Figura 6), el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).



Figura 6. Hoja de la planta del tomate.

Estructura floral. El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta o ramificado en la parte superior. Las flores son pequeñas,

pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene cinco pétalos, corola soldada interiormente, con cinco pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres están soldados, el estilo a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 - 6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10 – 12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003).

Semillas. La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003).

Frutos. Los frutos de tomate son vallas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcado, aperado) e intensidad de coloración rojiza (Figura 7), con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (Berenguer, 2003).



Figura 7. Fruto de tomate.

2.2.-Condiciones que requiere para el desarrollo del cultivo de tomate

2.2.1.- Requerimientos agroclimáticos

La maduración del fruto de tomate está muy influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad, como en la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas en los frutos, es importante mencionar que además existen otros parámetros climáticos que influyen en el desarrollo de tomate (Anónimo, 2002). La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos

y planta en general; así como en el sistema radicular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta (Maroto, 1983).

Las temperaturas superiores a los 35°C impactan negativamente sobre el desarrollo de los óvulos fecundados y, por ende, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas inferiores a 12°C afectan adversamente el crecimiento de la planta, especialmente influyen durante el período de floración, ya que por encima de los 25°C o por debajo de los 12°C la fecundación no se produce. En el proceso de fructificación este factor climático influye sobre el desarrollo de los frutos, acelerando la maduración a medida que se incrementan las temperaturas.

La humedad relativa óptima, para el cultivo del tomate oscila entre un 60% y un 80%, en lugares con humedad relativa por arriba de la mencionada favorecen al desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Maroto,1983)

La luminosidad puede incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta (durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la diurna y nocturna y la luminosidad). Una buena luminosidad es importante porque se obtienen colores intensos, pared delgada del pericarpio y alto contenido de sólidos solubles. Por ello las zonas productoras deben tener de 1.000 a 1.500 horas luz al año. Los vientos secos y calientes inducen la abscisión de las flores (Sawhney, 1988 y He et al., 1999).

2.2.2 Requerimientos edafológicas

El tomate se adapta a casi todos los tipos de suelos mientras que exista un buen drenaje; el cual tiene que ser excelente ya que no soporta el anegamiento. No obstante, prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. Para una producción temprana de fruta de buena calidad, los suelos livianos son los más apropiados. Para una época de producción prolongada y alto rendimiento por área, los suelos francos y franco-arcillosos son los más indicados ya que poseen una mayor capacidad de retención de humedad. Las mejores producciones se obtienen en suelos con buen contenido de materia orgánica y minerales. La acidez que la planta puede resistir aumenta cuando la materia orgánica es abundante. El pH óptimo es entre 5.5-7.0 (Maroto, 1983).

2.3.- Tipos de clasificaciones

Dentro del cultivo de jitomate podemos encontrar dos tipos de clasificaciones:

Por hábitos de crecimiento. Dentro de este tipo podemos encontrar a las plantas de porte bajo, cuya altura no excede de 1.5m. Denominadas de crecimiento determinado, su ciclo vegetativo es aproximadamente de 150 a 180 días desde el trasplante al fin de la cosecha. También encontramos plantas de porte alto, conocidas como de crecimiento indeterminado, cuya longitud del tallo asciende a más de 5m. Este tipo de cultivo requiere de condiciones más específicas de manejo tanto de humedad, temperatura, fertilización y, sobre todo, de podas. Su ciclo vegetativo se puede extender a más de 300 días después del trasplante (Maroto, 1983).

Por la forma del fruto. Otra forma de clasificar estos cultivos es por la forma de sus frutos, que son: tomate bola, tomate Guajillo y tomate Cereza.

a) Tomate bola: es utilizado con mayor frecuencia para ensaladas, hamburguesas y tortas, gracias a su tamaño y forma.

b) Tomate guajillo: Es usado con mayor frecuencia en guisados, purés, salsas etc.

c) Tomate Cereza: Es usado con frecuencia en la repostería, ensaladas, botanas y salsas.

2.4- Etapas fenológicas

La diversidad de microclimas en los que se cultiva el tomate hace difícil una generalización de la fenología del tomate. Sin embargo, se considera necesario la presentación de los estadios de desarrollo y su duración para una de las condiciones comunes de las áreas tomateras de la región.

La plántula de tomate se mantiene en el semillero por 20-25 días. Luego del trasplante, el tomate continúa en su etapa vegetativa por unos 30-35 días más y, a los 50-60 días (30 a 35 días después de la siembra), inicia la floración (figura 8). La etapa reproductiva, floración y fructificación, se extiende por unos 32 a 42 días antes de la cosecha, la cual se inicia a los 62-75 dds. (CATIE, 1994).

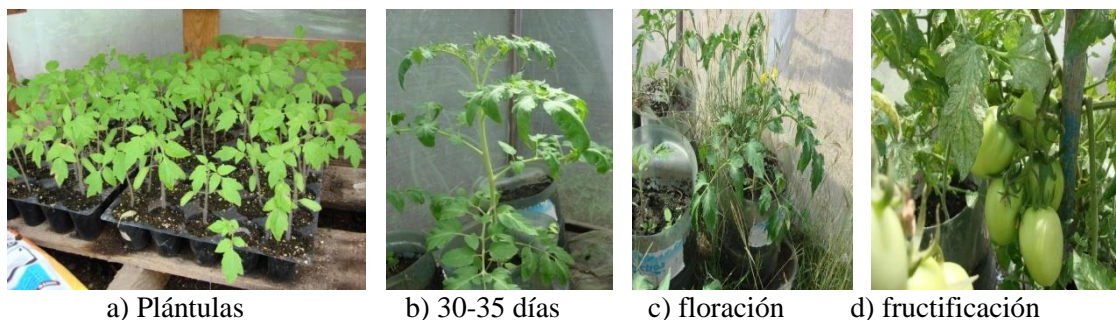


Figura 8. Etapas fenológicas de la planta de tomate.

2.5.- Particularidades del cultivo de tomate

2.5.1.-Marcos de plantación

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial elegida. Las dimensiones más frecuentes utilizadas son de 1.5 metros, entre líneas, y de 0.3 a 0.5 metros, entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas, las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra, formando una cadena sin fin y dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Maroto, 1983).

2.5.2.-Aporcado rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (CATIE, 1994).

2.5.3.-Tuturado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Maroto, 1983).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo

enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

2.5.4.-Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Maroto, 1983).

2.5.5.-Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo (Maroto, 1983).

2.5.6.- Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre (Maroto, 1983).

2.5.7.- Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua

de riego, etc.). En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección. En el cultivo del tomate en racimo el papel del potasio en la maduración del tomate es esencial, pudiéndose emplear en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato monopotásico o mediante quelatos.

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentizan la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y disminuyen las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación, pues el efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical (blossom end rot), ocasionado normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l-1, siendo común aportar 1g.l-1 para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm-1.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado:

- En función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía
- En base a una solución nutritiva “ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua.

Este método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH. Los fertilizantes de uso más extendidos son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

La clorosis férrica es característica de especies que crecen en suelos calizos. La deficiencia en hierro acorta el ciclo vital de las plantas, los rendimientos disminuyen y los frutos son de peor calidad. El quelato férrico, es una de las mejores soluciones para combatir la clorosis férrica, pero tienen un elevado precio, por ello si se disminuyen las cantidades de quelato que se aplican se reducirían costos y aumentarían los beneficios.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales

desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

Las sustancias húmicas complejan la mayoría de los metales presentes en el suelo, aumentando su disponibilidad en las plantas. Los aminoácidos también juegan un papel importante en la captación de nutrientes.

La fertirrigación carbónica consiste en el uso de agua carbonatada para el riego. El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida.

Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo del tomate; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 g de CO₂/l, produciendo los mayores incrementos de cosecha. El mayor tamaño de los frutos se alcanza con una dosis de 0.35 g de CO₂/l (Aguilera et al; 2001).

Ventajas de la fertirrigación carbónica:

- Acidifica el suelo modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.
- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Ahorra abonos.
- Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

2.6.-Plagas que afectan al cultivo de tomate

2.6.1.-Definición de plaga

El término genérico de “plaga”, designa a cualquier organismo que afecta a un cultivo, ya sea en forma directa o indirecta, causando pérdidas económicas, bastante considerables. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos), organismos patógenos (hongos, bacterias, virus), las malezas y los vertebrados (roedores, pájaros) (Torres, 1999).

2.6.2.-Incidencia de plagas en la planta de tomate, en sus diferentes etapas fenológicas.

El conocimiento de la fenología del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.), es muy importante para el Manejo Integrado de Plagas (MIP), ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plaga varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas es función de los factores ambientales y de la condición del cultivo y la región. Las principales plagas del tomate se presentan a continuación, con relación al estado fenológico del cultivo.

Durante la etapa de plántula, cualquier daño al follaje o de las raicillas puede ser crítico para su supervivencia; el agricultor debe estar conciente de la presencia de malezas, plagas invertebradas (cortadores, ácaros, mosca blanca, áfidos) y patógenos (*Phyitium spp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, etc.).

Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje. El daño por otras plagas al área foliar en este período no es tan crítico, ya que la planta tiene tolerancia a la pérdida de follaje y una gran capacidad de recuperación para regenerar el tejido fotosintético perdido; en esta etapa predominan las plagas invertebradas, tales como: gusano cortador (*Spodoptera spp.*), los minadores (*Liriomyza spp.*), ácaros (*P. latus*) y los insectos transmisores de enfermedades tales como los áfidos y la mosca blanca (*Bemisia spp.*). Así mismo los nemátodos comienzan a invadir el sistema radical según las condiciones ambientales, enfermedades como *virosis*, *marchitez*, *tizones*, estarán presentes con importancia variable.

La etapa reproductiva tiene plagas primarias como *Heliothis spp.* y mantiene la importancia de otras, como *Keiferia sp* y *Spodoptera spp.* La incidencia de virosis y los nemátodos de la etapa vegetativa, se refleja durante esta etapa, en la que puede causar pérdidas significativas en la producción (CATIE, 1994).

2.6.3.-Definición de insecto

El estudio de los insectos corresponde a la rama de las Ciencias Biológicas que recibe el nombre de Entomología, cuya etimología griega significa *Entomon*: insecto y *Logos*: tratado, estudio; la primera expresión es equivalente al término latino *Insectum* que significa: cortado en, y define perfectamente a los insectos, porque su cuerpo está dividido en diversos segmentos, generalmente son 3 bien diferenciados, como lo muestra la figura 9 (Coronado, 1991).

Cabeza, con ojos, antenas y partes bucales.

Tórax, con alas y patas.

Abdomen.

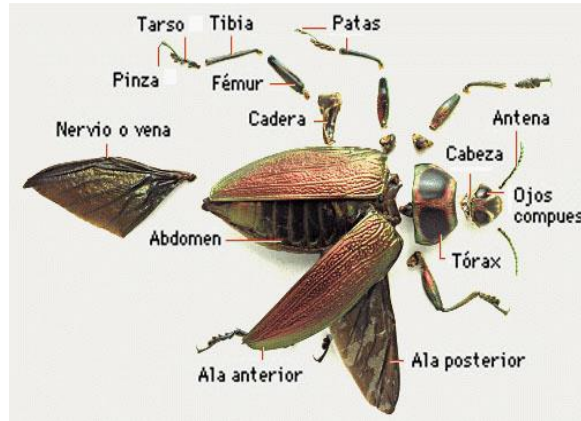


Figura 9. Estructura de un insecto.

La diferencia principal de los insectos, con otros animales es de que tienen seis patas, además tienen varias transformaciones para convertirse en adultos; no crecen mucho, van desde 2 mm hasta 7 cm, con excepción de algunos como el escarabajo gigante *Goliathus goliathus* de 125 mm y pesa 42 g. Poseen un exoesqueleto, formado por el endurecimiento de las paredes del cuerpo para proteger los órganos internos y al animal de la excesiva evaporación, llamada como esqueleto quitinoso, por contener una sustancia llamada quitina esta sustancia cubre patas, pies, ojos, antenas, tubos interiores para respirar, traquea, etc. La estructura de la cutícula se muestra en la figura 10 (Mound, 1994).

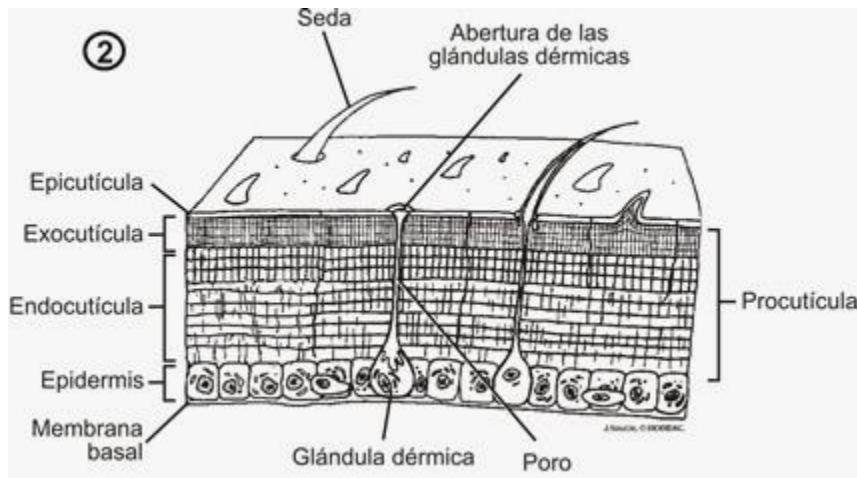


Figura 10. Estructura de la Cutícula de un Insecto.

La facultad de volar que la mayoría posee, los ayuda a desplazarse rápidamente para ponerse a salvo, proveerse de alimento, buscar al sexo opuesto para perpetuar la especie, etc. y esto mismo hace difícil su control para combatirlos (Debach, 1977).

Su poder de reproducción y lo breve de su ciclo biológico los coloca en condiciones de multiplicarse enormemente en muy corto tiempo en comparación con los animales superiores; el primer estado de vida es el huevecillo, luego en larvas u orugas, o también mudan, transformándose en pupas o crisálidas, y finalmente adultos, pero algunos muestran metamorfosis completa y otros no. El mimetismo que algunos tienen les permiten tomar forma o color de los objetos cercanos a ellos y pasar desapercibido (Metcalf, 1982).

Son organismos que están en constante variación genética (mutaciones), lo que hace más resistentes y eterna su supervivencia para perpetuar su especie debido a su gran adaptabilidad del medio que les rodea, por eso mismo han perdurado por muchos siglos. Son persistentes en sus actividades debido a su conducta instintiva, no son aterrorizados ni desanimados por agresiones repetidas, tampoco comprenden lo que es derrota; mientras que la vida persista en ellos continuarán con sus actividades (Debach, 1977).

Una de las principales partes del cuerpo y que hacen daño a los cultivos, es su parte bucal, tiene diferentes estructuras según el tipo de alimentación, pueden ser: Picadores – Chupadores (Figura 11), Masticadores Chupadores (Figura 12) (Coronado, 1991).



Figura 11.Insecto picador-chupador.



Figura 12. Insectos Masticadores.

2.6.4.-Principales insectos más importantes que afectan el cultivo de tomate

A) Araña Roja (*Tetranychus unticae*) (Koch).

Según Rondon y Cantliffe (2003), la araña roja es una de las plagas más importantes en el invernadero (Figura 13). Se desarrolla en el envés de las hojas, causan decoloración o manchas amarillentas e incluso producen desecación y defoliación. La temperatura elevada y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga. Esta plaga infesta a más de 100 hospedantes y se reconoce por su parecido con las arañas y por dos puntitos rojos a la altura del abdomen.

Control Cultural. Eliminación de maleza y restos de cultivo. Evitar excesos de nitrógeno.

Control Biológico: *Phytoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persymilis*.

Control Químico: Abamectina, Acrinatrin, Dicofol, Fenbutestan, fenpiroximato, Tebufenpirad, tetradifón.



Figura 13. Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

B) Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE))

La mosquita blanca es una de las plagas que más impacto ha causado en los últimos años en el mundo (Figura 14). Los daños que ocasiona pueden ser de tipo directo o indirecto. El daño directo lo produce al alimentarse de los cultivos y provocar la muerte de las plantas, y el indirecto, por ser un importante vector de más de 40 enfermedades virosis que se presentan en diversos cultivos y además por cubrir completamente el follaje con fumagina lo que provoca la obstrucción del proceso fotosintético de la planta y favorece el establecimiento de hongo del género *Capnodium* sp (Avilés, 2003).

A diferencia de otros insectos, la mosquita blanca es capaz de desarrollarse a temperaturas de 34° C y sobrevivir en condiciones extremas como son: temperatura máxima de 45° C y con una mínima de - 2° C, considerándose como condiciones adversas para otros insectos (Brown & Bird, 1992). Elchelkraut y Cardona (1989), reportan que el ciclo de vida de la mosquita blanca dura aproximadamente 19 días a 32° C. El ciclo puede alargarse hasta 73 días a 15° C o a menos de 19 días a temperaturas superiores a los 32° C. Por su parte, (Zalom, *et al.* 1995), determinaron que la mosquita blanca requiere de 316 unidades calor para completar su ciclo biológico.

La presencia de mosquita blanca puede ser monitoreada mediante la supervisión constante de las plantas o utilizando trampas de color amarillo impregnadas con pegamento. Éstas se cuelgan, de manera que su parte inferior esté cerca de la parte superior de las plantas de tomate (León, 2001). Algunas de las enfermedades virósicas transmitidas por este insecto son: enanismo necrótico del tomate, hoja rizada del tomate y moteado del tomate (Brown & Bird, 1992)

Control. Proteger las plantas antes del trasplante. Para control biológico se puede utilizar *Encarsia formosa* y *Eretmocerus californicus*. *Encarsia formosa* es una avispa pequeña de 0.6 mm de longitud, con la cabeza y el tórax de color negro y con el abdomen de color amarillo. Hay que introducir el parasitoide cuando la población de la mosquita es baja. Se podrán observar las pupas parasitadas 2 a 3 semanas de la primera introducción y tomará alrededor de 8 semanas para que se parasite el 80% de las pupas. *Eretmocerus californicus* se desarrolla en cualquier estado larvario de la mosca blanca pero prefiere el segundo y tercero. Deposita sus huevos en la larva de la mosca blanca y después de 3 días el huevo traslúcido se torna a color café. El ciclo completo toma de 17 a 20 días, dependiendo del estado larval y de la temperatura. Dos semanas después de la parasitación, la pupa cambia a amarillo, no negra como el caso de *Encarsia*, pero al igual que esta hace un orificio para salir de la larva. Las hembras y machos son de color limón. El macho es de color amarillo oscuro en su parte superior del tórax y en la inferior de color café. A altas temperaturas *Eretmocerus* vive más tiempo que *Encarsia*, es más tolerante a pesticidas y su acción contra *Bemisia* es también mayor. Se recomienda además el uso de abamectina, azadiractin y *B. thuringensis*.

Existe un sinnúmero de enemigos naturales que ayudan a mantener las poblaciones de insectos plaga a niveles bajos de daño. Entre los insectos que pueden ser utilizados para control de mosquita blanca se tiene a: *Eretmocerus* sp. *Encarsia* sp, *Chispoeria* sp. *Coleornegilia maculata*, *Cycloneda sanguínea*, *Scymnus* sp. *Orius* sp. y *Geocoris* sp. (Arredondo, 1992). También existen agentes entomopatógenos que ayudan a mantener bajas las poblaciones de mosquita blanca, tal es el caso de: *Phaecilomyces* sp. *Aschersonia* sp. *Beauveria* sp. *Erynia radicans* y *Verticillum lecani*.



Figura 14. Mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*)

C) Minador de la hoja (*Liriomyza* spp)

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae* (Figura 15). Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metotórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. La larva nace a los 4 días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días (López y Gastélum, 2003).

La pupa tiene una duración de 7 a 8 días para dar origen al adulto e iniciar una nueva generación. La hembra adulta oviposita individualmente, inserta los huevos en la epidermis, principalmente en el haz de las hojas, aunque existen ocasiones en que estos son depositados en el envés. La larva pasa todo su desarrollo en el interior de la hoja, donde forma una mina sinuosa y alargada, fácil de observar a simple vista al colocar las hojas atacadas a contraluz. Para el monitoreo de adultos se utilizan trampas amarillas con pegamento. Las trampas se colocan en la parte media e inferior de la planta. Los insecticidas se deben aplicar cuando se encuentren del 20 al 25 % de hojas con una o más minas. Otro criterio para iniciar las aplicaciones es cuando se observe las primeras minas y repetir cada 8 a 10 días durante 4 a 6 semanas (López y Gastélum, 2003).

Control. La eliminación programada del follaje mediante la poda del cultivo de tomate durante su desarrollo, disminuye significativamente la infestación de las larvas de minador de la hoja, pulgones y ninfas de mosca blanca, para ello las hojas eliminadas se colectan en bolsas de plástico y se destruyen. Se utilizan trampas amarillas para detectar la presencia de esta plaga. Se recomienda una trampa cada 900 m². El uso de trampas se combina con conteos visuales de larvas en las hojas al menos una vez por semana. Para el control biológico se recomienda utilizar las avispas *Diglyphus* sp y *Ophius* sp. y *Chrysonotomyia* sp. Para el control químico se recomienda la aplicación de los insecticidas llamados de nueva generación: Cyromazina (Trigard) y la abactina (Agrimec). La Cyromazina ha demostrado ser efectiva contra larvas de minador de la hoja y segura para la fauna benéfica. El Avid 1.8 (1.0 y 0.75 l/ha), Trigard 75 (0.80 y 0.60 kg/ha) y Lorsban 480 E (1.5 l/ha) también son insecticidas efectivos contra larvas de minador de la hoja en el cultivo de tomate (López y Gastélum, 2003).



Figura 15. Hoja de tomate dañado por un minador de hoja (*Liriomyza* spp).

D) Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas (Figura 16). Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas. Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía.

Control preventivo y técnicas culturales

- · Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- · Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- · Colocación de trampas cromáticas azules.



Figura 16. Trips (*Frankliniella occidentalis*).

E) Vasate (*Aculops lycopersici* -Masse) (ACARINA: ERIOPHYDAE))

Aparecen primero bronceados en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos (Figura 17). Evolucionan de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por la elevada temperatura y baja humedad ambiental.

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfectar la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.



Figura 17. Vasate (*Aculops lycopersici* -Masse).

F) Pulgón (*Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE))

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos (Figura 18). Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las ventilaciones del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.



Figura 18. Pulgón (*Aphis gossypii*).

G) Paratrioza (Paratriozacockerelli)

Es un insecto chupador también conocido como pulgón saltador o psílido del tomate o de la papa (Figura 19). Sus adultos son muy pequeños (2mm) de color que oscila de ámbar a café oscuro o negro, con alas transparentes en forma de tejado, marcas blanco-crema en el tórax y líneas en el abdomen. Es similar a los pulgones, aunque carece de los cornículos de éstos. Además del daño resultante de succionar la savia del fruto, su saliva puede resultar tóxica.

Síntomas y daño al cultivo: Su mayor importancia deriva de la transmisión de la fitoplasmosis del tomate, que llega a mermar hasta 60% del rendimiento de este cultivo. Las hembras depositan huevecillos amarillo naranja, sujetos a las hojas por un tallito pedicelo, normalmente en el envés y en los márgenes. Las ninfas tienen forma de escamas y pasan por cinco estadios que transcurren en el envés de las hojas y son verde-amarillentas con ojos rojos. Se distinguen de las ninfas de mosca blanca por sus muñones de alas y por no cubrirse con cera. El umbral mínimo de temperatura de la paratrioza es de 7 °C y la óptima para su desarrollo oscila entre 27 y 29 °C. Para su evolución de huevecillo a adulto se requieren 336 unidades de calor (UC). Las ninfas inyectan una toxina en la hoja mientras se alimentan que causa la muerte de trasplantes, clorosis y rizado de las hojas antes de la floración, lo cual evita la formación del fruto o causa superproducción de frutos pequeños no comercializables en plantas más desarrolladas.



Figura 19. Paratrioza (*Paratriozacockerelli*).

H) Gusanos de suelo

Se alimentan de la zona del cuello y raíces de las plantas (Figura 20). Provocan corte de tallos en plántulas y plantas jóvenes y decaimiento. Distribución típica por rodales. Son frecuentes en turbas y sustratos a granel y en estiércol fresco. Las placas amarillas engomadas realizan capturas de adultos. Existen distintos productos biológicos comercializados y químicos tipo cebos para gusanos del suelo.

- Gusanos grises (*Agrotis* spp.)
- Gusanos blancos (*Melolontha* spp.)
- Gusanos de alambre (*Agriotes* spp)
- Moscas y mosquitos de la humedad (*Sciara* sp.)



Figura 20. Gusanos de suelo.

I) Nemátodos (*Meloidogyne incognita*)

Los nemátodos afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas (Figura 21). El tipo *Meloidogyne incognita*, también conocido como agallador, de los nódulos o de las raíces, por producir unos típicos nódulos en las raíces. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras, al ser fecundadas, se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. El ciclo vital se completa en menos de 30 días.

Síntomas y daño al cultivo: Producen obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo. Estos nemátodos interactúan con otros patógenos, ya sea como vectores de virus o de forma pasiva, facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

Control en campo abierto: solarización del suelo previo a la plantación y rotación de cultivos con diferentes especies.



Figura 21. Nematodo (*Meloidogyne incognita*).

J) *Keiferia lycopersicella* (Walsingham).

(Lepidoptera: Gelechiidae), Gusano alfiler

Los huevos son depositados solo en una hoja (cualquier cara, pero predominan en el envés). Por su pequeño tamaño son casi imposibles de localizar. Son elipsoides y amarillos y eclosionan en 4-5 días (Figura 22).

Las larvas son verde pálido o rosadas al principio, volviéndose después grisáceas con manchas púrpuras. En el último estadio llegan a medir 6-8 mm. en los primeros estadios minan las hojas, las enrollan como refugio y los últimos estadios perforan frutos y barrenan tallos. El estado larval dura unos 9-30 días. La pupa se forma en el suelo, en donde se dejan caer las larvas maduras, que tejen

un capullo cubierto por una capa superficial de tierra. La pupa también se forma aunque más raramente, entre los refugios de hojas enrolladas.

El adulto es una pequeña polilla de 9-12 mm, de color gris. Son especialmente activos durante la noche, reposando en sitios sombríos de la planta durante el día. El apareo ocurre poco después de que los adultos emergen y las hembras depositan la mayor parte de sus huevos en los siguientes 2 días (CATIE, 1994).

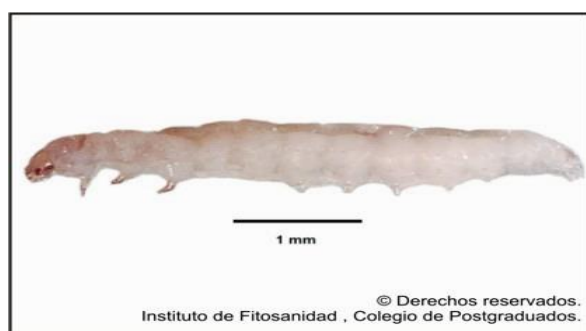


Figura 22. Gusano alfiler (*Keiferia*).

Daño: Las larvas minan las hojas (Figura 23), reduciendo el área de fotosíntesis y favoreciendo la entrada de patógenos (CATIE, 1994).



Figura 23. Hojas minadas por *Keiferia lycopersicella*.

K) *Spodoptera latisfascia* (Walk), *S. sunia* (Guen), *S. exigua* (Hubb). (Lepidoptera: Noctuidae), Gusanos soldados.

Las hembras ponen numerosos huevos, recubriéndolos con escamas, lo que da a sus oviposiciones el aspecto de una pelusa. Las larvas jóvenes son gregarias. Pasan por 5-7 estadios, llegando a medir entre 25 y 40 mm. Presentan bandas de color oscuro a lo largo del cuerpo y algunas tienen diseños con manchas triangulares (Figura 24). Son sedosas al tacto. Empupan en el suelo.

Los adultos son de color castaño y alas traseras blancas, con una envergadura entre 28-50 mm (CATIE, 1994).

Daño: Cortan plántulas pequeñas, consumen follaje y hacen excavaciones grandes pero superficiales en los frutos (Figura 25), las cuales generalmente cicatrizan (CATIE, 1994).



Figura 24. Larva de gusano soldado (*Spodoptera spp.*).



Figura 25. Daño a los frutos de tomate por gusano soldado (*Spodoptera spp.*).

L) *Epitrix cucumeris* (Harris) y *Epitrix fasciata* (Blatchley).
(Coleóptero: Chrysomelidae)

Las hembras depositan sus huevos en grupos en el suelo, cerca de las raíces de la planta hospedante. Las larvas son blancas y en forma de hilo, de 4-5 mm de largo al alcanzar su desarrollo completo.

El adulto mide entre 1.5 y 2 mm de longitud, su color es castaño oscuro a negro brillante (Figura 26). Son redondeados, con fémures traseros bien desarrollados, lo que les permite saltar cuando se les perturba; las antenas y las patas son amarillas. Su ciclo biológico tiene una duración aproximada de entre 23-43 días (CATIE, 1994).

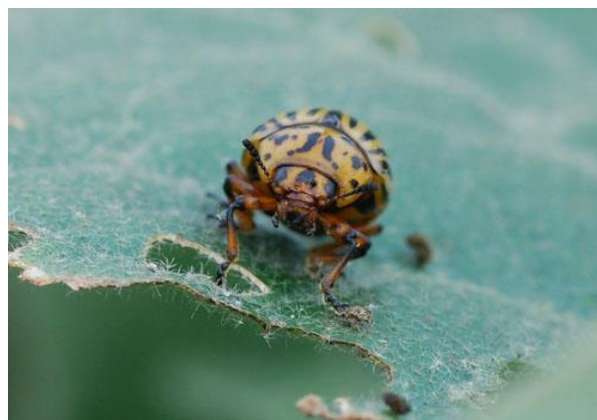


Figura 26. *Epitrix cucumeris*.

El daño mas visible es el que producen los adultos al comer las hojas, en las que hacen muchos agujeros redondos (Figura 27). Cuando es severo, las hojas pueden caer y retardarse el crecimiento, sobre todo el ataque ocurre a nivel de plántula (CATIE, 1994).



Figura 27. Hojas dañadas por *Epitrix cucumeris*.

M) *Diabrotica balteata*

(Coleoptera: Chrysomelidae), Tortuguillas o Vaquitas

Las hembras depositan sus huevos en el suelo en forma individual, generalmente cerca de las raíces y malezas. La larva, delgada como un hilo en sus primeros estadíos, tiene cabeza café y una mancha oscura en el último segmento abdominal. Llega a medir hasta 10 mm y pasa por tres estadíos, volviéndose más corta y gruesa en su madurez. Empupa en el suelo en una celda de tierra. El adulto mide unos 4-6 mm, es de color amarillo con bandas transversales verdes, cabeza roja, protórax y abdomen amarillos (Figura 28). El ciclo biológico puede durar entre 28-40 días (CATIE, 1994).



Figura 28. Adulto de (*Diabrotica balteata*).

El daño es más severo en condiciones de baja fertilidad y falta de humedad en el suelo. Las larvas comen las raíces y pueden promover las pudriciones y pérdidas de plantas (Figura 29). Los adultos comen flores, follaje y yemas, haciendo agujeros irregulares (CATIE, 1994).



Figura 29. *Diabrotica balteata* atacando hojas de la planta.

N) *Manduca sexta* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae), Gusano cachón

Las larvas del esfíngido gusano pasan por 5 estadios y empupan en el suelo. Pueden alcanzar hasta 80-90 mm de largo, cuando maduran. Su color es verde o verde gris, con 7 rayas oblicuas laterales blancas y un cuerno en el extremo superior (Figura 30).

La pupa es marrón con un gancho característico que alberga la proboscis. El adulto es una mariposa con una envergadura de 90-115 mm. Las alas delanteras son marrón marcas gris y negras, alas traseras y abdomen gris oscuro, con parches o barras amarillas (CATIE, 1994).



Figura 30. Gusano cachón (*Manduca sexta*).

Daños: Solamente las larvas se alimentan de las plantas de tomate (Figura 31), pero durante su desarrollo, consumen grandes cantidades de follaje y pueden crecer hasta 3 ó 4 pulgadas de largo. Son a menudo difíciles de encontrar porque su color se confunde o mezcla con el color de las hojas del tomate. No se detectan hasta que se han alimentado considerablemente (las hojas se miran destruidas.) Si no se inspecciona, pueden destruir toda la planta (CATIE, 1994).



Figura 31. Larva del gusano cachón (*Manduca sexta*) en follaje del tomate.

O) *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), Gusano falso medidor

Las hembras depositan sus huevos uno a uno sobre la superficie del envés de la hoja. Los huevos son redondos y verdes. Las larvas pasan por 6 estadios y alcanzan hasta 30 mm cuando maduran, son de color verde con rayas laterales y dorsales verdes y blancas; caminan arqueándose como lo hacen los medidores (Figura 32). Empupan en un capullo de seda dentro de una hoja enrollada. La pupa es verdusca, la cual se torna a marrón poco antes de la emergencia del adulto. Los adultos son palomillas con una envergadura de 29-36 mm, con alas delanteras marrón o gris oscuro y las traseras marrón pálido. El tórax presenta una cresta. El ciclo biológico dura entre 20-32 días (Gutiérrez, 1994).



Figura 32. Larva del Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*).

Daño: Ataca esporádicamente las poblaciones de tomate, ya sea comiendo el follaje (Figura 33) o haciendo agujeros en los frutos y provocando su pudrición (CATIE, 1994).



Figura 33. Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*) comiendo el follaje.

P) *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae), Cortadores, tierreros o rosquilla

Las hembras depositan sus huevos en los tallos de las plantas o en la superficie del suelo húmedo. Se producen de una a tres o cuatro generaciones en un año según la especie y la latitud.

Los gusanos son estados transitorios de un insecto, que darán origen a un adulto; son relativamente robustos y se encuentran en el suelo especialmente cerca de la base de las plantas; a menudo están cubiertos por tierra. Los gusanos jóvenes miden 0.5-1 cm de largo y un gusano adulto 4-5 cm de largo, es aceitoso, de color grisáceo, cafesusco o negro (Figura 34).

Después de mudar 6 veces se convierte en pupas de color café dentro de las celdillas que las larvas preparan a unos pocos centímetros debajo de la superficie del suelo.

Los adultos voladores activos miden 2-3 cm y son de color café opaco, gris o negro, con manchas en las alas delanteras que varían de acuerdo con la especie (Gutiérrez, 1994).



Figura 34. Gusano cortador. (*Agrotis ipsilon*).

Daño: Los huevos del gusano cortador negro son depositados de uno en uno o en grupos pequeños, sobre las hojas o tallos de hospederos atractivos. Para alimentarse, las larvas recién nacidas se establecen justo por debajo de la superficie del suelo (Figura 35). Como las larvas comen la parte de la planta que está por debajo del suelo, cuando ellas continúan alimentándose halan la parte que está por encima del suelo hacia la celda de alimentación de modo que parece como si las plantas se estuvieran hundiendo en el suelo (CATIE, 1994).



Figura 35. Larvas de *Agrotis ipsilon* alimentándose de raíces.

Q) *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick).

(Lepidóptero: Golenchiidae), Cogolleros.

Las larvas tienen diferentes tonalidades de color desde verdes hasta rojizas; atraviesan por 4 estadios larvales que duran de 13 a 15 días. Cuando la larva completa su desarrollo, empupa en la hoja formando un capullo exterior protector de color blanco. La pupa es de color marrón y dura este estado de 9-11 días (Figura 36).

El adulto es una pequeña polilla de color rojizo con manchas negras sobre las alas anteriores (Gutiérrez, 1994).



Figura 36. Gusano cogollero (*Scrobipalpula absoluta*).

Daños: El gusano ataca plántulas de tomate. En general no se alimenta de las hojas, puede cortar el caule de plántulas (Figura 37) con daños en áreas extensivas, con necesidad de replantío. También puede consumir la cáscara en la base de frijol y soja, con síntomas que pueden ser confundidos con los de otras plagas (CATIE, 1994).

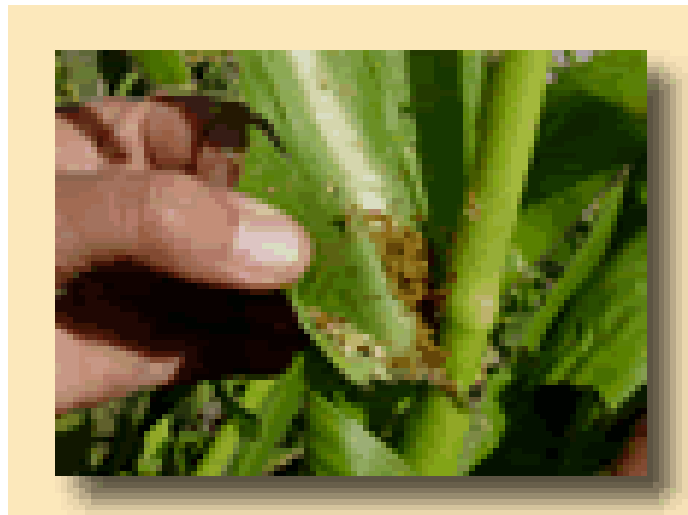


Figura 37. Gusanos cogolleros cortando el caule de la planta.

R) *Afidos* (Homóptera: Aphididae), Afidos.

Son pequeños insectos de cuerpo blanco (Figura 38) que en su proceso evolutivo han sufrido diversas modificaciones para adaptarse como parásitos específicos de plantas. Entre estas adaptaciones está la forma de alimentarse, su reproducción (sexual y partenogenética). Otras características importantes de estos insectos son la neotenia, la alternancia de hospederos, la

habilidad de las formas aladas para trasladarse a grandes distancias y la de ser vectores de enfermedades de plantas.

A pesar de constituir solo un pequeño grupo de los Homóptera (unas 4000 especies), todos los áfidos son fitófagos. De ahí su importancia desde el punto de vista económico. En las condiciones ambientales tropicales, los áfidos se reproducen únicamente utilizando la vía asexual partenogenética, por lo que no se observan machos. Las poblaciones están constituidas exclusivamente por hembras. Una hembra puede producir una progenie de hasta 50 hijas y durante el año puede darse hasta 8 generaciones, lo que potencialmente podría dar lugar a la formación de poblaciones muy grandes de áfidos.

Sin embargo las condiciones ambientales y los enemigos naturales se encargan de mantenerlas en equilibrio.

Los factores abióticos como las temperaturas bajas, precipitación pluvial frecuente y la alta humedad relativa influyen en la sobrevivencia y reproducción de los áfidos porque no les permite formar colonias sobre los cultivos (CATIE, 1994).



Figura 38. Afidos.

2.7. Principales enfermedades del cultivo de tomate

A) Damping-off (*Phythium* sp y *Rizoctonia* sp)

Phythium sp y *Rizoctonia* sp, son algunos de los organismos que causan la enfermedad que se tipifica como un ahorcamiento y amarillamiento del tallo a nivel del suelo, seguido por una marchitez. Las plantas son muy susceptibles unos días después del trasplante. Buenas prácticas de

cultivo en el establecimiento de los trasplantes y la esterilización del suelo o el medio de cultivo previenen la presencia de esta enfermedad (León, 2001).

B) Moho gris (*Botrytis cinerea*)

Es una enfermedad que puede infectar en cualquier etapa del cultivo, inclusive durante el transporte y almacenamiento del fruto. Presenta una gran capacidad de dispersión. Los daños pueden ser totales, por ello se le considera como la enfermedad más importante en invernadero. En las hojas y flores produce tizones de color café de forma irregular (Figura 39), algunas veces con anillos concéntricos y se cubren de polvo grisáceo. Sobre el fruto se presentan manchas circulares con los bordes blancos a las cuales se les ha llamado "fantasmas", después ocurre una necrosis de color café-rojiza y se cubre de polvo grisáceo. El hongo requiere de heridas de temperatura fresca de 18 a 23° C y humedad relativa alta (>85 %). El control de esta enfermedad consiste en proteger con aspersiones periódicas de cobre, azufre o clorotalonil las heridas que se producen con el deshoje, aclareo y cosecha. Es importante realizar los deshojes oportunamente con el propósito de reducir la humedad relativa y eliminar los primeros focos de infección. El fruto se puede lavar con una solución al 1 % de sal sódica del ácido dihidroacético (Delgadillo y Álvarez, 2003).



Figura 39. Planta infectado de moho gris (*Botrytis cinerea*).

C) Mildew polvoriento o Cenicilla (*Leveillula taurica*; *Oidiopsis taurica*)

Debido a la presencia de cenicilla, aparecen pequeñas manchas verdes amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas (Figura 40), después el centro de la lesión se deshidrata y se torna café, en el envés se observan vellosidades blancas que son los conidióforos y conidios del hongo, que salen a través de los estomas. En condiciones favorables las lesiones pueden extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas que al secarse no se caen, permanecen adheridas por un tiempo. Las

hojas más viejas son más susceptibles. La fase sexual de *L. taurica* se caracteriza por formar micelio endofílico, conidióforos hialinos, simples, septados, conidios individuales o en cadena, hialinos de dos tipos unos en forma de barril y otros piriformes. La fase sexual de *L. taurica* se caracteriza por formar cleistotecios con varias ascas. Además de jitomate ataca a chile, papa, zanahoria, cebolla, alfalfa y especies de leguminosas, malváceas y euforbiáceas. Sobrevive el invierno en residuos de cosecha como micelio o conidios y como cleistotecio en el suelo. Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas de 26° C en promedio y humedad relativa entre 25 y 75%. Cuando hay condiciones favorables para su desarrollo es conveniente aplicar productos a base de azufre y al encontrar las primeras lesiones se debe usar Bayleton (Delgadillo y Álvarez, 2003).



Figura 40. Hoja de tomate infectado de la enfermedad Mildeu polvoriento o Cenicilla (*Leveillula taurica* *Oidiopsis taurica*)

D) Marchitez (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)

La marchitez aparece al inicio de floración o formación de primeros frutos y es un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan, mueren adheridas a la planta y posteriormente caen al suelo. Los síntomas pueden aparecer en un solo lado de la planta (ataque en el tejido conductor de algunas ramas) mientras que el resto permanece sano, aunque pueden manifestarse en toda la planta. Al hacer un corte transversal en la parte baja del tallo se observa una coloración café oscura del tejido vascular (xilema). Si el corte es longitudinal se puede ver la tonalidad café del tejido vascular a lo largo de todas las ramas, tallos y raíces (Figura 41). Las plantas en estas condiciones presentan achaparramiento, finalmente puede morir la planta y producir solo algunos frutos de baja calidad. El hongo puede estar en la semilla o en suelo, las clamidosporas pueden permanecer viables por más de cinco años y puede ser diseminado por suelo contaminado, agua de lluvia, implementos agrícolas, por la semilla, transplantes y el agua de riego.

El daño es más intenso de 21 a 33° C. Las plantas mueren 2 a 4 semanas después de la infección. Otras condiciones que lo favorecen son días cortos, pocos luminosos, alto contenido de nitrógeno combinado con bajo contenido de potasio. Generalmente el ciclo empieza con la presencia de macronidios, microconidios, micelio y/o clamidosporas en el suelo infestado, éstos germinan y penetran por heridas o aberturas naturales, atacando el xilema e invadiéndolo todo, con lo cual éste adquiere una tonalidad amarillo ocre a café, la cual externamente se manifiesta como una clorosis; el micelio sigue desarrollándose y llega a invadir las células adyacentes al xilema; después se presenta una marchitez y la muerte de la planta. Las toxinas (Iycomarasmina y ácido fusárico) y la obstrucción mecánica (tilosas) de los tejidos son los responsables de la marchitez y muerte de la planta (Delgadillo y Álvarez, 2003).

Para prevenir esta enfermedad se recomienda tratar la semilla con agua caliente por 20 minutos a 50° C, que elimina al patógeno, fertilizar adecuadamente, dar riegos ligeros y frecuentes para tener humedad constante en el suelo, rotación de cultivos, esterilización de suelos ó sustratos en invernaderos y tratar la plántula por inmersión 40 de raíz antes del transplante con funguicida sistémico como el Tecto o Benlate. Otras medidas son; no fertilizar con demasiado nitrógeno y sí con más potasio; aplicar al suelo cal hidratada, rotación por 3 a 4 años, eliminar plantas atacadas (Delgadillo y Álvarez, 2003).



Figura 41. Planta de tomate infectado de (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*).

E) Mildiu (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. oomycetes: peronosporales)

Este hongo es el agente causal del mildiu del tomate y de la papa, afectando a otras especies de la familia de las solanáceas. En tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo (Figura 42). Alrededor de la zona afectada se observa un

pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un fieltro blancuzco poco patente. En tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. La dispersión se realiza por lluvias y vientos, riegos por aspersión, rocíos y gotas de condensación. Las condiciones favorables para su desarrollo son: altas humedades relativas (superiores al 90%) y temperaturas entre 10 °C y 25 °C.

Control preventivo y técnicas culturales:

- Eliminación de plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar plántulas sanas.



Figura 42. Hoja de tomate infectado por *Phytophthora infestans*

F) *Verticilium dahliae* Kleb. (ascomycetes: hypocreales)

En berenjena los síntomas empiezan por una marchitez en las horas de calor, que continúa con clorosis de la mitad de las hojas y de forma unilateral, desde las hojas de la base al ápice (Figura 43). La planta termina marchitándose y muriendo, aunque no siempre, de manera que cuando las temperaturas aumentan, los síntomas desaparecen y la planta vegeta normalmente. Haciendo un corte transversal de los vasos se observa un oscurecimiento de color pardo claro. El hongo forma microesclerocios que permanecen en el suelo en restos de cultivos, siendo capaz de soportar condiciones elevadas y sobrevivir durante más de 12-14 años. La diseminación se produce

especialmente a través del agua de riego, tierra en zapatos y material de plantación infectado. Las malas hierbas actúan como reservorio de la enfermedad. La temperatura aérea que favorece la enfermedad oscila entre los 21-25 °C.

Control preventivo y técnicas culturales:

- Eliminar las malas hierbas.
- Destruir los restos de cultivo.
- Utilizar material de plantación sano.
- Evitar contaminaciones a través de aperos, tierra y salpicaduras de agua.
- Utilizar variedades resistentes.
- Solarización.



Figura 43. Planta de tomate infectado del hongo *Verticilium dahliae* Kleb

2.8. Generalidades de *Azadirachta indica* (neem)

2.8.1.- Origen

El árbol del neem o nim (*Azadirachta indica*) es originario de la India y de Birmania, pero ya ha sido introducido para cultivo a otros países de Asia, África, América, Australia y las islas del sur del Pacífico; está presente en zonas tropicales y subtropicales, normalmente se evita plantarlo en las zonas montañosas. En Camboya se lo conoce también como Sadao o Sdao, y en Vietnam como Sau Dau. En algunos países latinoamericanos se le conoce como Nimba. El nombre genérico viene de la palabra persa que quiere decir el “árbol noble”

(http://es.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica).

2.8.2.- Clasificación Científica

La clasificación del árbol del neem es la siguiente:

Cuadro 4. Clasificación científica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Sapindáceas
Familia	Meliaceae
Género	Azadirachta
Especie	A. indica

2.8.3.- Descripción

El árbol neem es conocido como la "farmacia o botica del pueblo", "margosa", "cinamomo", "árbol milagroso", llamado así por sus usos terapéuticos. Tiene un tamaño de mediano a grande, mide de 20 a 25 metros de altura, pero en ocasiones ha alcanzado hasta 30 metros, con un diámetro de tronco que alcanza de 60 a 90 cm. Tiene una copa redonda y densa, es un árbol que siempre es verde, nunca tira la hoja; sus frutos se dan de 3 a 5 años y se vuelve completamente productivo a partir de los 10 a 12 años, produciendo de 45 a 50 kilos de semillas (Figura 44). Florece en primavera, sus flores son pequeñas, blancas, fragantes con olor a miel y se agrupan por racimos. Su madera es excelente, color rojizo parecida a la caoba, es pesada, resistente a la pudrición y a la termita. La madera es fácil de trabajar y se utiliza para todo tipo de construcciones, muebles, postes, etcétera. De las hojas, tallos y semillas del neem se puede elaborar varios productos como: insecticidas naturales, medicina, shampoo, leña, forraje, y en ocasiones son considerados árboles de ornato. El neem goza de una larga vida, ya que puede sobrevivir de 200 a 300 años y es inofensivo (http://es.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica).



Figura 44. Árbol de neem (*Azadirachta indica*. A. Juss. L).

2.8.4.-Composición química

Los trabajos pioneros referentes al aislamiento e identificación de los constituyentes del árbol de neem se iniciaron en la india en 1942 y se han continuado en varias partes del mundo. El aceite de neem es rico en ácidos grasos (Skellon et al, 1962) y la torta de neem (que es residuo solido que queda después de la obtención del aceite) tiene un alto contenido de azufre en comparación con otras tortas derivadas de otros vegetales (Sinha, 1960). La composición química de la torta y hoja de neem de neem y las especificaciones del aceite de las semillas se muestran en los cuadros 5, 6 y 7. Así como diferentes aminoácidos que incluyen los diez esenciales (Dakshinmurthi, 1954). Recientemente, un método de cromatografía en capa fina en dos dimensiones revelo la presencia de carotenoides y otros constituyentes en las hojas (Tirimanna, 1984). La Figura 45 muestra las formulas estructurales de los compuestos aislados a partir de A. indica. El primer compuesto cristalino aislado del aceite de neem fue nimbina junto con una sustancia amarga y amorfa llamada nimbicina (Siddiki et al, 1988).

Cuadro 5. Composición química de la torta de neem (%)

Muestra	Materia Seca	Proteína cruda	Extracto Etéreo	Extracto Libre N2	Cenizas totales	Cenizas Insolubles	Fibra Cruda
A	92.08	14.57	4.54	41.13	19.87	7.56	19.98
B	88.06	12.48	8.04	40.32	13.46	3.28	25.7
C	95.19	18.63	4.88	44.7	11.58	3.94	20.21

Fuente: Singh Bedi, 1975. A y B fueron tomadas de dos diferentes lotes de 1000 kg de torta de neem se obtuvo de Maharashta, India.

Cuadro 6. Especificaciones para el aceite de semillas de neem.

característica	Requerimientos
Humedad máxima e impurezas insolubles	0.3 % por peso
Índice de refracción a 40 C	1.4615-1.4705
Gravedad especifica, 30/30	0.908-0.934
Índice de saponificación	180-205
índice de de yodo	65-80

Máximo índice de acidez	15
Materia insaponificación máxima	2 % por peso

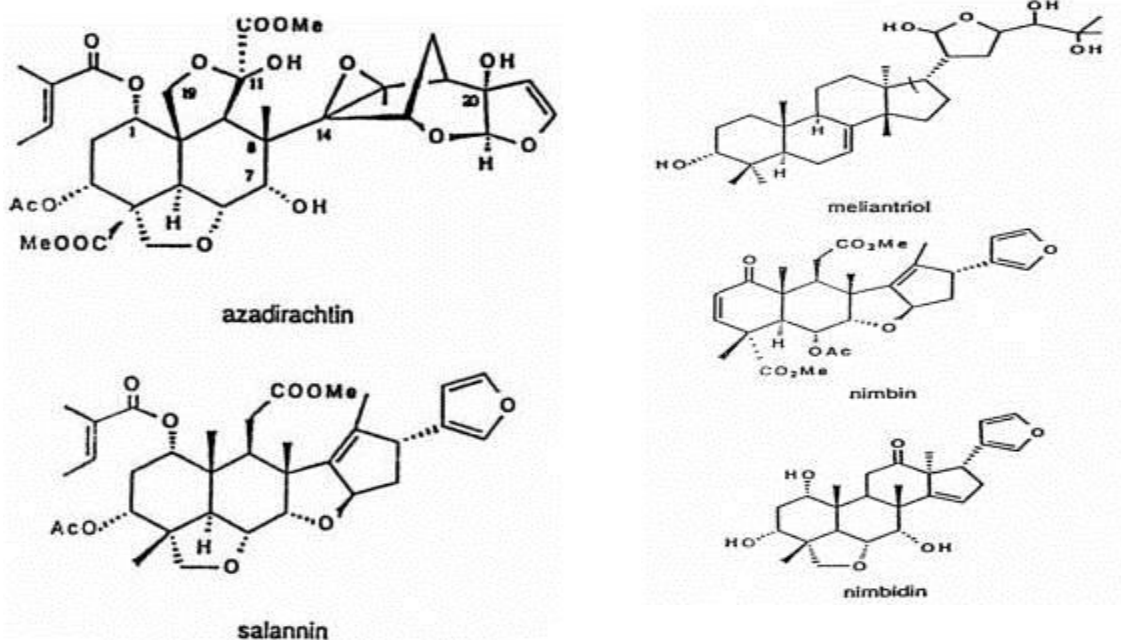
Fuente: Indian standars Institution (1968).

Cuadro 7. Composición química de la hoja de neem (%)

Fibra Cruda	Carbohidratos	Proteína Cruda	Grasa	Cenizas	Calcio	Fosforo
11-24	48-51	14-48	2.3-6.9	7.7-8.5	0.8-2.4	0.13-0.24

Fuente: (Keher, 1949)

Para la mayoría de las evaluaciones biológicas, se han usado extractos con solventes de diferentes partes del árbol para demostrar la actividad. Sin embargo, entre los diferentes compuestos químicos aislados a la fecha, la azadirachtina es el compuesto mas activo. Se encuentran disponibles varios procedimientos por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) para la determinación cuantitativa de este compuesto (Warthen et al, 1984; Yamasaki et al, 1986; Schneider, 1987). Recientemente se ha obtenido una droga anti-neoplastica de la corteza del árbol (Shimizu et al, 1985) y de las hojas también se ha aislado la escopolatina, que es el primer ejemplo de una coumarina aislada de esta especie (Siddiqui et al, 1988).



Fuente: Opender, 1989.

Figura 45. Estructura química de limonoides de *A. indica* con efecto insecticida.

2.8.5.-Propiedades farmacológicas de *A. indica*.

El árbol de neem se ha usado como un remedio tradicional de la medicina alternativa en la India desde hace mucho tiempo y se han descrito sus propiedades curativas para las hojas, frutos y corteza. El aceite de la semilla se ha usado para propósitos antimalaria, febrífugo antihelmíntico, vermífugo, antiséptico, antimicrobiano, para el control de la bronquitis y como remedio contra varios desordenes de la piel (Chopra et al, 1952; Nadkarni y Nadkarni, 1954; Irvine, 1961; Dey y Mair, 1973; Radwanski, 1977; Kunkel, 1978; Sinniah y Baskaran, 1981).

El aceite de neem y sus compuestos aislados, nimbidiol, nimbidina y dietil-sulfuro se conocen muy bien que controlan las micobacterias (Murthy y Sirsi, 1958; Virtanen, 1965) y organismos patógenos incluyendo *Staphylococcus typhosa*, *Salmonella paratyphy*, *vibrio cholerae* y *Klesiella pneumoniae* (Chopra, 1958; Lewis y Elvin-Lewis, 1983). Ciertos compuestos órgano sulfurados tales como la sulfona dapsona, se han encontrado que son potentes agentes antileproicos. Estas sulfonas (Gupta y Joshi, 1983) junto con los extractos acuosos de las hojas a 0.1-0.2 g/kg (dosis oral en ratones) también actúan como sustancias antimalaria (Obaseki y Jegede-Fadunsin, 1986).

Los efectos dermatológicos de los productos del neem son significativos ya que proporcionan alivio a varias enfermedades de la piel sin efectos laterales. Los resultados reportados en el departamento de farmacología del Colegio Medico Rey Jorge, en Lucknow, India, en relación con las pruebas clínicas revelaron que una loción hecha a partir de un extracto de hojas secas podrian curar la tiña y sarna y los extractos de aceite de neem y algunos aislados puros (nimbina y nimbidiol), pueden también inhibir el crecimiento de hongos sobre animales (Murthy y Sirsi, 1985); David, 1985; Thind y Dahiya 1977) y en humanos (Khan Wassilew, 1987). Un extracto acuoso de hojas al 10 % previno infecciones virales de la piel en conejos y monos (Rao et al, 1969). Los extractos de hojas también curaron eczemas agudos y sarna; sin embargo en casos crónicos en donde la piel se adelgazo, la respuesta fue comparativamente más lenta, con mejoría notable solamente después de los 15-20 días de tratamiento (Singh et al, 1979).

Los efectos analgésicos y antidepresivos de los componentes del neem también son alentadores. La mayor parte de los estudios se han efectuado con animales (David 1965; Pillai, 1978, 1980; Okpanyi y Ezeukwu, 1981), algunas pruebas clínicas con pacientes de eosinofilia han mostrado que una dosis de 100 mg tres veces al día por 10 días consecutivos redujo los conteos de eosinófilos en un 75 % con marcado alivio sintomático (Gopinath, 1983). Entre los principales aislados, solamente la nimbina ha sido demostrado que exhibe efectos antipiréticos en conejillos de indias (David, 1969) y también con propiedades antiinflamatorias y anti-histaminicas (David, 1978). La sal de sodio del ácido nimbidinico, un componente de las semillas de neem es un diurético en perros, y actúa principalmente a nivel de túbulos renales retardando la excreción de la fenogluftalona y

que reabsorbe de los electrolitos y agua (Bhide, 1958) en pruebas clínicas efectuadas con 9 pacientes con daños cardiacos congestivos y anosarca, 250 mg de este compuesto administrado diariamente por inyección intramuscular provoco una diuresis muy benéfica (Shah, 1958).

2.8.6.- Acción bioinsecticida del neem

A diferencia de muchos insecticidas convencionales que son específicos en sus acciones en los insectos, ampliamente caracterizados como fisiológicos y de comportamiento. Para muchos autores la mayoría de los efectos antihormonales y antialimentarios del Neem son debido a la azadiractina. De hecho se considera que del 72 al 90 % de la actividad biológica del Neem es debida al contenido en azadiractina, (William Quarters, 1994). Es estructuralmente parecido a las ecdisonas (hormonas que se encuentran en los insectos y que controlan el proceso de metamorfosis del insecto desde el estado de larva hasta que llega a ser adulto). Esta materia activa no mata insectos, al menos no inmediatamente, sino que en lugar de ello, repele y destruye su crecimiento y reproducción. Los últimos 20 años de investigación han mostrado que es uno de los más poderosos reguladores de crecimiento y frenador de la alimentación que se ha probado. Repele y reduce la alimentación de muchas especies de plagas de insectos así como de algunos nemátodos. Algunos autores demostraron una reducción en la síntesis de ecdisona al aplicar el principio activo. Otros autores (Rembold et al., 1984), sugieren que la azadiractina interviene en el sistema neuroendocrino para controlar la síntesis de la hormona ecdisona y juvenil.

La azadiractina aparece por tanto como una materia activa de origen natural que resulta bastante eficaz; de hecho, es tan potente que una simple señal de su presencia previene a algunos insectos de incluso tocar las plantas. No obstante se han mostrado algunas limitaciones sobre todo debido al efecto de los rayos ultravioletas sobre esta sustancia aceleran su degradación. El efecto residual dura unos cinco días, aunque los efectos juvenoides, es decir sobre el crecimiento, pierden su actividad normalmente después de uno o dos días bajo condiciones de campo.

2.8.7.-Toxicidad con otros organismos

Una propiedad significativa del neem es que tiene una minima interferencia con el medio ambiente. Los insecticidas del neem tienen relativamente poca inocuidad a los enemigos naturales, posiblemente debido a que la azadiractina tiene poca toxicidad de contacto. Los insectos parasitarios y predatorios y arañas pueden, sin embargo, ser afectadas por la azadiractina, pero los estudios en campo han indicado que los enemigos naturales de los áfidos tienden a conservarse en las parcelas tratadas con neem (Lowery, 1995). Al parecer los riesgos para las abejas y otros polinizadores es minimo. Cuando se aplico en los campos de canola, el insecticida de neem no

repelió o mato a las abejas (*Apis mellifera*), no adquirió cantidades detectables de azadirachtina cuando se alimento en la canola tratada con el neem. Las pruebas demostraron que las larvas de las abejas fueron menos susceptibles a la azadirachtina que la mayor parte de los insectos (Naumann e Isman, 1996).

2.9.- Generalidades de mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin)

2.9.1.- Origen

El árbol es nativo de México y Centroamérica. Se ha introducido al norte de Sudamérica, las Antillas, la Florida, África, Asia y Australia. Se le llama mata-ratón porque en Centroamérica las hojas, la corteza y las vainas se mezclan con maíz para envenenar a los roedores. Se le llama prendedor porque retoña fácilmente de esquejes y estacas sembradas directamente en el suelo. Su viejo nombre español, madre de cacao, se debe a la costumbre maya de sembrarlo para sombrear ese cultivo. Es muy común en Puerto Rico, especialmente a lo largo de caminos y carreteras, donde se siembra como poste para verjas de alambre. También se siembra para ornato. Crece desde la costa hasta las montañas altas, sobre una amplia diversidad de suelos, desde fértiles hasta muy degradados.

2.9.2.- Clasificación Científica

La clasificación del mata-ratón es la siguiente:

Cuadro 8. Clasificación científica

Nombre Común	mata-ratón
Nombre Científico	<i>Gliricidia sepium</i>
Familia	Fabácea

2.9.3.-Descripción

Forma. Árbol, arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente más pequeño (30) (Figura 46).

Copa / Hojas. Copa irregular. Amplia cobertura del follaje. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. Miden de 12 a 30 cm de largo (incluyendo el pecíolo).

Compuestas por 7 a 25 folíolos opuestos de 3 a 8 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, ovados a elípticos, con el margen entero. **Tronco / Ramas.** Tronco un poco torcido. Ramas ascendentes y luego horizontales. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias,

hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base. **Corteza.** Externa es escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillenta a pardo grisácea y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano. Grosor total es de 8 a 10 mm. **Flor(es).** Las flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa. **Fruto(s).** Vainas lineares y dehiscentes a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar. Cada vaina con 3 a 10 semillas. **Semilla(s).** Las semillas son pardo-amarillentas, de 7.9 a 18 mm de largo por 12 a 15 mm de ancho, casi redondas, aplanadas, de superficie lisa. El hilo es blancuzco, ligeramente protuberante y contiguo al micrópilo. La testa es dura y ósea. **Raíz.** En plantas provenientes de semillas el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales. **Sexualidad.** Hermafrodita. **Numero cromosómico:** $2n = 22, 28$ (Mora, 1983).



Figura 46. Arbol de mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin).

2.9.4.-Composición química

La planta de mata-ratón en los últimos años se ha venido utilizando en los sistemas de producción para los rumiantes, cerdos e incluso aves, en los trópicos como suplementos de proteínas (González, 1996, Reverón *et al.*, 1973).

El contenido de minerales de esta planta varía con la edad de la misma (Harricharan, 1988). Los análisis bromatológicos realizados a esta planta indican que sus nutrientes tienen un promedio de 18.0%; 5.30 %; 1.35 %; 7.6 % y 10.44 % de proteína cruda, fibra cruda, grasa, cenizas y humedad respectivamente. Además los análisis químicos indican que la planta tiene un bajo contenido de fósforo (Vásquez y Quintero, 1995).

En la detección de grupos funcionales o metabolitos secundarios sometidos a corrimientos espectrométricos IR confirman la presencia de determinadas moléculas presentes como componentes de la planta, se ha comprobado la presencia de taninos, saponinas, esteroides y fenoles (Contreras *et al.* 2008).

2.9.5.-Usos

El madre de cacao se cultiva a menudo como una cerca viviente, y los vástagos se cortan a intervalos frecuentes para ser usados como fertilizante orgánico, forraje para el ganado y como combustible. Las hojas del madre de cacao usadas como forraje para rumiantes pequeños y grandes tienen un contenido crudo promedio de proteína y de lignina y una digestibilidad *in vitro* de la materia seca del 19 al 30 por ciento 9.14 por ciento, y del 48 al 75 por ciento, respectivamente. El alimento obtenido de las hojas de la madre de cacao es un aditivo útil en las dietas para gallinas ponedoras. Su uso como forraje para ganado es debatible; a pesar de que tiene un alto contenido nutricional, se han reportado problemas con el sabor y la toxicidad. El madre de cacao se ha usado también en barreras contra incendios y como rompevientos, y para la reforestación de cuencas desnudas. Se cultiva extensamente en sistemas agroforestales como un árbol de sombra para café, té y cacao; como un soporte para la vainilla y enredaderas de pimientos, y como una siembra del estrato inferior en plantaciones de coco. Su uso como árbol de sombra para el cacao parece haberse originado entre los aztecas en México, para los cuales el árbol se conocía como “cacahuanatl” o madre de cacao. En las Filipinas, las ramas del madre de cacao se esparcen sobre las siembras de arroz, en donde ayudan a repeler las plagas del arroz, tales como el gusano *Nymphula sp.* y la larva del díptero *Hydrellia sp.*. Se ha reportado que el usar el madre de cacao como un fertilizante orgánico en suelos inundados y contaminados con DDT acelera la declorinación reductiva del pesticida sin propiciar la formación de productos secundarios tóxicos. La albura es de un color pardo claro y el duramen es pardo oscuro. La madera se vuelve rojiza con la exposición y es dura,

pesada, fuerte, de textura tosca y con una fibra irregular. La madera se seca bien al aire y, a pesar de que no se trabaja con facilidad, se puede lijar bien para obtener un buen acabado y es resistente a las termitas y a la pudrición. Es una buena fuente de madera para combustible y tiene un peso específico de 0.47 a 0.75 g por cm³ y un valor calórico de 4.91 Kcal por g . El madre de cacao se usa a veces para la producción de carbón, aunque no existe información específica disponible sobre este uso. La madera se usa extensamente para postes, traviesas de ferrocarril y para la construcción pesada y localmente para muebles, implementos agrícolas, mangos de herramientas y artículos pequeños. Aunque el madre de cacao a veces se considera como no apropiado para la producción de pulpa y papel, cuando se usa para estos propósitos se mezcla usualmente con la madera de otras especies. Las semillas, corteza, hojas y raíces tóxicas se usan para envenenar ratas y otros roedores. A pesar de su reportada toxicidad para los seres humanos cuando se consumen crudas, las flores se comen a veces fritas o hervidas. Las hojas aceleran la maduración de las bananas. Las flores son una fuente de polen y néctar y tienen un valor considerable en la apicultura. Las hojas recién machacadas se usan como cataplasmas en remedios caseros en algunos lugares. En el estado mexicano de Yucatán, varios componentes de la madre de cacao se usan medicinalmente por sus posibles propiedades antihistamínicas, antipiréticas y diuréticas (Smith et al. 1987).

III.- JUSTIFICACIÓN

Durante las últimas cinco décadas, la agricultura que se ha venido practicando se ha basado principalmente en la alta tecnología y en la utilización de un gran número de productos químicos con el objetivo de maximizar rendimientos. Cada año plaguicida con un valor de más de 30 mil millones de dólares están liberados intencionadamente al ambiente. Muchos de ellos son altamente tóxicos y tienen efectos adversos inmediatos en la salud humana y la flora y fauna o contaminan alimentos locales, el agua, el suelo y el aire. Otros tienen efectos crónicos, incluyendo cáncer, problemas de reproducción, defectos de nacimiento, alteración hormonal y daño del sistema inmunológico. Se pueden producir daños por exposición directa en el manejo, por deriva, lavado de ropa de trabajo contaminada, almacenamiento de plaguicidas en casa, o indirectamente a través de vertederos de plaguicidas y de persistencia en el ambiente (Salguero y Morales, 1994).

Desde el punto de vista de sanidad vegetal, el empleo excesivo de plaguicidas y su aplicación tipo calendario rompen el equilibrio biológico y destruyen los insectos benéficos. Muchas de las especies dañinas de plagas de importancia secundaria se tornan primarias ante la presión de plaguicidas. Pero las malas prácticas de cultivo y el uso inadecuado de abonos y pesticidas químicos, han provocado una disminución en la productividad de las parcelas campesinas, por lo que continuamente se busca la ampliación hacia los suelos fértiles del bosque (Bautista, 1999).

Por tales motivos, en la agricultura actual se ha vuelto primordial el buscar nuevas alternativas para el manejo de plagas que permitan obtener buenos rendimientos pero que además colaboren a una agricultura sustentable. Dentro de estas nuevas opciones es la aplicación de bioinsecticidas a partir de extractos vegetales, en los cuales algunas plantas contienen estas propiedades.

Sabiendo que la producción de tomate es de los cultivos básicos y que es de gran importancia a nivel mundial gracias a los atributos que tiene, se pretende que la producción de tomate sea de buena calidad, utilizando extractos orgánicos como el neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin) nos proporciona un efecto bioinsecticida con menor toxicidad que los plaguicidas convencionales, menor contaminación, al fruto, al suelo, y no desequilibran la biodiversidad de los agroecosistemas.

IV.-OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre las plagas, crecimiento y características bromatológicas en cultivo cerrado de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.).

4.2. Objetivos específicos

■ Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre las plagas dañinas y benéficas del cultivo de tomate en un sistema cerrado.

■ Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre las variables de crecimiento de las plantas de tomate en un cultivo cerrado.

■ Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre la cosecha de las plantas de tomate en un cultivo cerrado.

■ Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre las características bromatológicas en fruto y follaje del cultivo de tomate.

■ Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas frescas de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss. L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*. Jacquin) sobre los metabolitos de defensa (fenoles) en follaje del cultivo de tomate.

V.-MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.- Localización del área de trabajo

El experimento se llevó a cabo en el invernadero, laboratorio de biotecnología, de investigación y de alimentos del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ubicado en la zona sureste de Tuxtla Gutiérrez, a $16^{\circ} 46'' 24'''$ latitud norte y $93^{\circ} 10'' 22'''$ altitud oeste.

Tuxtla Gutiérrez tiene un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el 96% de la precipitación pluvial se recibe entre mayo y octubre (Figura 46). La temperatura media anual es de 27.7°C y la temperatura más baja es de 22°C en el mes de enero, los meses más calurosos son abril, mayo y junio. El régimen pluviométrico queda definido por una precipitación anual de 248.2 mm, siendo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre los de mayor precipitación y los meses de enero y febrero los de menor (INEGI, 2000).

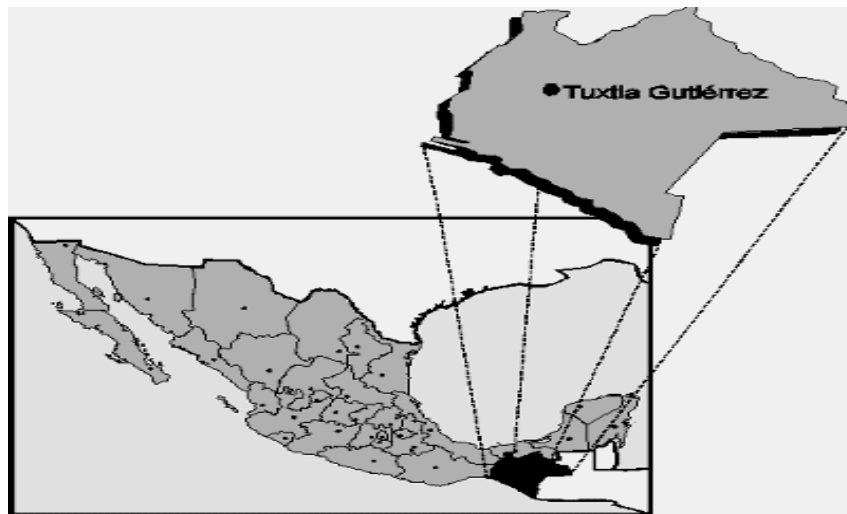


Figura 47. Ubicación de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas ($16^{\circ} 45''11'''$ latitud N $93^{\circ} 06''56'''$ altitud O)

5.2.- Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un diseño tratamental de bloques completos al azar, se ubicaron en 3 bloques 5 casetas cada bloque (cuatro tratamientos y una sin tratamiento), conteniendo cada caseta cuatro plantas de tomate, distribuidos en el área de trabajo, sumando un total de 15 casetas con un total de 12 unidades experimentales por tratamiento divididos en tres réplicas. Las casetas fueron cubiertas de malla antiáfida, que cubre un área de 1 m^3 . El área utilizada fue 32 m^2 divididos en 3 bloques de $6 \times 3\text{ m}^2$. La distribución de los tratamientos fue el que se muestra en el cuadro 9: sin insectos (s/i), blanco (bla), mata-ratón (mat),químico (qui), neem (nee), (bloque 1); sin insectos

(s/i), químico (qui), neem (nee), mata-ratón (mat), blanco (bla), (bloque 2); sin insectos (s/i), químico (qui), blanco (bla), neem (nee), mata-ratón (mat), (bloque 3). El blanco (agua) y el químico (Thiodan®) fueron los testigos.

Cuadro 9. Distribución de las casetas en el área experimental		
Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
s/i	s/i	s/i
bla	qui	qui
mat	nee	bla
qui	mat	nee
nee	bla	mat

5.3.-Preparación de unidades experimentales

La unidad experimental estuvo formada por recipientes de plástico de 40 cm de altura y 30 cm de diámetro, conteniendo 10 kg de suelo y dos plantas de tomate, valorando una planta por unidad experimental. Se construyeron 15 casetas cerradas de 1m² cubiertas con malla antiáfida (24x40), que sirvió para que las unidades experimentales no fueran atacadas por insectos externos y solo se valorara el efecto de los insectos que se habían contaminado en forma natural los 25 días que se expuso a esta contaminación. Se limpió el lugar donde se llevo a cabo el experimento.

5.4.-Siembra del cultivo

La segunda siembra se realizó a principios de Julio y la tercera a principios de noviembre obteniendo dos cosechas durante el desarrollo del experimento, con el tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.), en la variedad Saladette Río Fuego, en recipientes de plástico con un contenido neto de 10 Kg. de suelo.

Primeramente las semillas de tomate se sembraron en un contenedor de plástico conocidas como semilleros o almácigos, con una capacidad de 200 orificios de 5 cm. cada uno, en la cual se depositó una semilla de tomate en cada orificio, para mantenerlos con mayor cuidado y un mantenimiento adecuado para su crecimiento de cada plántula. Posteriormente las plántulas de tomate fueron extraídas para ser trasplantados en los recipientes de plástico, donde se desarrollaron hasta la cosecha, y con un riego de agua cada tercer día durante todo su desarrollo.

5.5.-Preparación de los extractos botánicos (neem y mata-ratón)

Los extractos de neem (*A. indica*) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*) fueron obtenidos a partir de las hojas frescas de 20 plantas localizadas en la zona poniente de Tuxtla Gutiérrez, Se recolectaron 500 g de hojas frescas de cada árbol, se tomó el 10% para preparar el extracto, el cual fue preparado a partir de las hojas frescas de neem y mata-ratón las cuales se lavaron con agua potable (para eliminar materia extraña), se dejaron remojar por 3 minutos en agua destilada conteniendo cloro al 1% (para desinfectar las muestras), nuevamente se lavaron con agua potable 3 veces (para eliminar el exceso de cloro), se pesaron 100 gramos de hojas frescas, para 1 litro de agua, se licuaron hasta obtener un tamaño de partícula de 2 a 3 mm y se colocaron en recipientes tapados y a oscuridad durante 72 horas. Posteriormente se filtraron con una malla y se guardó el extracto en frascos color ámbar. Finalmente se diluyó 1:3 con agua y estar listo para la aplicación directa al cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill.) (Montes et al., 2008).

5.6. Aplicación de los extractos acuosos de neem y mata-ratón y el agente químico (Thiodan®)

A los diez días después del trasplante se hizo la primera aplicación de los tratamientos los cuales fueron aplicados al follaje (f), en forma de rocío con unos aspersores manuales, las fumigaciones se hicieron a los tiempos de 10, 18, 26, 34, 42 y 50 días después del trasplante (ddt), con los tratamientos, extracto de hojas de neem (nee), y mata-ratón (mat), y los testigos agente químico de marca comercial “Thiodan®” (qui) y un blanco (bla) compuesto por agua, realizando un total de seis aplicaciones a cada cultivo durante todo el desarrollo del experimento, realizándose la aplicación cada ocho días.

5.7.-Técnicas de muestreo

Durante la experiencia se realizaron 6 aplicaciones, cada 8 días a partir de los 10 ddt. Y la evaluación consistió en realizar un conteo previo del número de insectos presentes antes de cada aplicación y dos horas después de la aplicación.

El método de evaluación se basó en el trabajo realizado por Montes et al. (2008), utilizando los mismos tratamientos.

5.8.- Variables que se midieron

5.8.1.-Numero de insectos benéficos y dañinos

Numero y diversidad de insectos: Este proceso se llevo a cabo contando antes de la fumigación a las 7:00 a.m. y 2 horas después de haber terminado la fumigación a los tiempos de 10, 18, 26, 34, 42 y 50 días después del trasplante (Montes et. al., 2008).

5.8.2.-Medición de variables de crecimiento

A los 90 días, las plantas de tomate se retiraron de las unidades experimentales y se le realizaron mediciones de las siguientes variables: diámetro del tallo de cada planta, longitud total de la planta, longitud del follaje, longitud de la raíz, peso total de la planta, peso de follaje y peso de la raíz y estos se guardaron en sobres de de papel estraza para que se secaran en forma natural y después obtener los pesos en seco. También se observaron el número de días a floración, días a frutación, número de flores y número de frutos. Estas mediciones se realizaron a los 2 cultivos.

La longitud de la planta se determinó midiendo longitudinalmente desde la base hasta el ápice; el diámetro del tallo se midió utilizando un vernier en la parte más cercana al cuello de la raíz; la longitud de la raíz fue medida desde la base del tallo hasta el ápice radical. El peso seco del follaje incluyó hojas, y tallo. Todas las plantas fueron pesadas utilizando una balanza analítica (Montes et al, 2007) y medidas con un vernier.

5.8.3.-Medición de variables de cosecha del fruto

A los 90 días del cultivo se retiraron las plantas de tomate de las unidades experimentales y se cosecharon el fruto de éstos, y se le realizó las siguientes mediciones de las siguientes variables: longitud del fruto, diámetro del fruto y peso del fruto, utilizando un vernier, en las mediciones de longitud y diámetro, y una balanza electrónica digital de precision marca Ohaus Cs 200/2000 para el peso.

5.9.-Análisis bromatológico

Las muestras secas del follaje se molieron y se guardaron en bolsas de plásticos transparentes, con el fin de poder hacer las determinaciones de las pruebas fisicoquímicas. El fruto del tomate también se le realizó las pruebas fisicoquímicas. Se le realizaron los siguientes análisis esto es con la finalidad de evaluar si los extractos utilizados tuvieron algún efecto sobre las características fisicoquímicas del cultivo de tomate.

5.9.1.-Humedad

Se pesó 10g de muestra en una balanza marca OHAUS Discovery, posteriormente la muestra se colocó en una cápsula de porcelana que se encontraba a peso constante para luego dejarla en una estufa marca Lab - Line a 70 °C hasta peso constante, para determinar la humedad por diferencia de pesos (AOAC, 2005.950.46b).

5.9.2.- Cenizas

Se colocaron 2 g muestra en un crisol a peso constante, éste fue colocado en un incinerador marca Electrothermal para la eliminación de los componentes orgánicos de la muestra, posteriormente en una mufla marca Novatech a 550 °C durante 2 h. Finalmente las cenizas fueron determinadas por diferencia de pesos (AOAC, 1990.942.05).

5.9.3.- Grasas

Se utilizó 5 g de muestra y se colocó en un cartucho Whatman de 25 mm de diámetro interno por 90 mm de longitud, con peso constante; después, este fue colocado en el extractor o sifón del equipo Soxhlet, el cuál fue montado por completo, añadiendo previamente 150 mL de hexano al matraz colector. Se dejó el equipo montado sobre una parrilla de calentamiento y a partir del primer reflujo se esperó 5 h. Posteriormente, el cartucho fue colocado en una estufa marca Lab -Line hasta llegar a peso constante, para finalmente determinar el porcentaje de grasa contenida en la muestra por diferencia de pesos (AOAC 960.39B).

5.9.4.- Fibra

Se pesó 2 g de muestra seca y libre de grasa y se colocó en un matraz balón de 250 mL, se agregó 150 mL de ácido sulfúrico al 1.25%. El matraz se conectó a un refrigerante recto colocado en forma vertical para hacer reflujo; se calentó y cuando empezó a hervir se esperaron 30 minutos, al final del tiempo se apagó y se dejó enfriar por 1 minuto. Se filtró la muestra con tela de algodón y se lavó con agua destilada caliente hasta eliminar todo el ácido. Se raspó la tela con una espátula y se colocó la muestra en el matraz balón de 250 mL. Se agregó 150 mL de NaOH al 3.25% y se conectó nuevamente al refrigerante, ebulló por 30 minutos. Se filtró con un papel filtro a peso constante y se lavó con agua hirviendo hasta eliminar el NaOH. Luego, se hicieron dos lavados más, uno con 50 mL de alcohol y el otro con 50 mL de éter. La muestra con todo y papel fueron colocados en un crisol a peso constante y colocado en una estufa marca Lab - Line a 105 °C hasta obtener peso constante. Después, se quemó la muestra en un incinerador marca Electrothermal para eliminar los compuestos orgánicos de la muestra. Luego, se colocó en una mufla marca Novatech a 550 °C por 2 horas. Posteriormente, se pesó y por diferencia de peso se obtuvo la cantidad de fibra en la muestra (AOAC, 1990.962.09).

5.9.5.-Proteína

Se pesó 0.05 g de muestra seca en un papel arroz. Se colocó en un matraz de digestión y se le agregó 0.5 g de mezcla catalizadora, 0.3 g de K₂SO₄ y 3 mL de H₂SO₄. Se colocó el matraz en el

digestor, se calentó al principio a baja temperatura y después se aumentó la temperatura girando el matraz ocasionalmente, hasta obtener una solución azul o verde claro aproximadamente como 2 horas, al término se esperó que se enfriara en la campana de extracción. Luego, la muestra se vació en un matraz de destilación de 300 mL, se agregó 200 mL de agua destilada y 1 mL de Na₂SO₄ al 10%, lentamente se adicionó 15 mL de NaOH al 40%. El matraz se instaló al equipo de destilación, en la salida del refrigerante se puso un matraz Erlenmeyer de 250 mL que contenía 10 mL de ácido bórico al 4% y gotas de indicador rojo de metilo con azul de metileno. Las primeras gotas del destilado viraron el color del indicador de violeta a verde, de lo contrario se enfría y se agrega más NaOH al 40%. La destilación se detuvo hasta que unas gotas del destilado no dieron alcalinidad con el papel tornasol. Se retiró el matraz receptor, apagando la fuente de calor, se lavó el refrigerante con agua destilada vaciando sobre el destilado y se tituló con HCl 0.1 N (AOAC, 2005.928.08).

5.9.6.-Carbohidratos

Se pesó 10g de muestra en una balanza marca OHAUS Discovery, posteriormente la muestra se macero con agua destilada hervida y se llevo a un aforo de 100 ml y después se filtro. Se tomo una gota del filtrado y se coloco en un refractómetro marca. El resultado fue expresado en % de grados Brix⁰. (AOAC, 1990).

5.9.7.-Acidez titulable

Se pesó 10g de muestra en una balanza marca OHAUS Discovery, posteriormente la muestra se macero con agua destilada hervida y se llevo a un aforo de 100 ml y después se filtro. El filtrado se titulo con NaOH 0.1 N usando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresarán en: (g acido cítrico/10g de muestra) (AOAC, 1990).

5.9.8.- Valoración de pH

Para determinar el pH de las muestras se usaron 10 gramos de cada muestra en matraces erlenmeyer de 250 ml. Se macero y agito y se dejo reposar durante 10 minutos, el extracto se decanto en un vaso de precipitado de 100 ml y se midio el pH con un potenciómetro marca Hanna calibrado con buffer de pH 4.7, 7.0 y 10.0. Los resultados fueron expresados como tal. (AOAC, 1990).

5.9.9.-Contenido de carotenoides totales y licopeno

Los carotenoides son una familia de colorantes liposolubles que se encuentran principalmente en plantas, algas y bacterias fotosintéticas donde juegan un papel clave en el proceso de la fotosíntesis.

Igualmente, los carotenoides también juegan un papel muy importante en la salud humana actuando como antioxidantes biológicos, protegiendo las células y los tejidos del daño provocado por los radicales libres (www.zeuz química.com). A las muestras se le cuantifico el contenido de carotenoides totales y licopeno por el método descrito por (Wang, 2005). Se pesaron 2 gramos de muestra y se deposito en un mortero y se macero con 5 ml de hexano-acetona (60:40). El sobrenadante se transfirió a tubos de ensayo; posteriormente se leyó la absorbancia a 450 nm y 502 nm en un espectrofotómetro marca HACH DR5000. Se calculo la cantidad de carotenoides y licopeno en 1 ml de muestra con la siguiente ecuación:

$$\text{Carotenos } (\mu\text{g/ml}) = 4 * \text{Absorbancia}_{450}$$

$$\text{Licopeno } (\mu\text{g/ml}) = 3.12 * \text{Absorbancia}_{502}$$

5.10.- Determinación de metabolitos de defensa (fenoles)

5.10.1.- Extracción

Se utilizó 2 g de muestra seca, molida y sin grasa, que fueron colocadas en tubos de plástico cónicos de centrífuga de 50 mL de capacidad y se le adicionó 10 mL de acetona al 70%, después de ser sometidas a baño ultrasónico marca Cole-Parmer por 40 min, se centrifugó a 3000 g por 10 min a 4 °C en una centrífuga marca Eppendorf 5810R, posteriormente con una jeringa se colectó el sobrenadante y se almacenó en tubos de centrifuga de 50 mL, con el residuo se procedió a una segunda extracción, colectado el sobrenadante de esta en el mismo tubo de la primera extracción. El extracto se almacenó en refrigeración a 4 °C hasta su análisis.

5.10.2.-Fundamento del método

Para la determinación de los fenoles totales se utilizó el método de Folin-Ciocalteu modificado por Makkar *et al.* (2007), el cual se fundamenta en su carácter reductor. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765 nm.

5.10.3.-Curva de calibración, concentración de fenoles

Para preparar la curva estándar se utilizó una solución estándar de ácido tánico (0.1 mg/mL) de la cual se tomaron volúmenes de 0 μL a 100 μL en intervalos de 10 μL y se completó el volumen de cada uno a 500 μL con agua destilada, para la determinación de la concentración de fenoles, Se tomo una alícuota de 25 μL del extracto y se completó el volumen a 500 μL con agua destilada. A estas soluciones se le adicionaron 250 μL del reactivo de Folin-Ciocalteu y 1250 μL de carbonato

de sodio al 20%, la mezcla se agitó en un vortex y se incubó a temperatura ambiente cubriéndolo de la luz y después de 40 min se leyó la absorbancia a 725 nm en espectrofotómetro marca HACH DR5000. Los resultados fueron expresados en g de ácido tánico por 100 g de materia seca.

Toda la determinación de fenoles se realizó conforme a lo descrito por Makkar *et al.* (1993).

5.11.- Análisis estadístico.

Los datos generados de cada unidad experimental fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

VI.- RESULTADOS

6.1.-Resultado de las variables conteo de insectos antes y después de la aplicación de los tratamientos

Los resultados obtenidos de la suma total de insectos dañinos (-) y benéficos (+), antes y 2 horas después de la aplicación de todos los tratamientos, extracto de neem (*Azadirachta indica*), extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), agente químico (Thiodan®), blanco (Agua) y sin insectos a plantas de tomate (follaje) a los 50 ddt (días después del trasplante), durante dos estaciones consecutivas del cultivo de tomate. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

En el cultivo de tomate se encontraron siete insectos dañinos los cuales son: mosquita blanca (*Bemisia tabaci Genn*), palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), chapulín (*Sphenarium spp.*), cochinilla blanca (*Pseudococcus sp.*), diabrotica (*Diabrotica spp*), trips (*Frankliniella occidentales*), oruga (*Heliothis spp.*) y cinco insectos benéficos los cuales fueron: araña cristal (*Lyssomanes sp.*), avispa (*Vespa sp.*), mariposa (*Dannaus plexippus*), hormiga (*Messor barbarus*) y mantis religiosa (*Mantis religiosa sp*).

A).- Insectos dañinos

Cuantificación del insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 48).

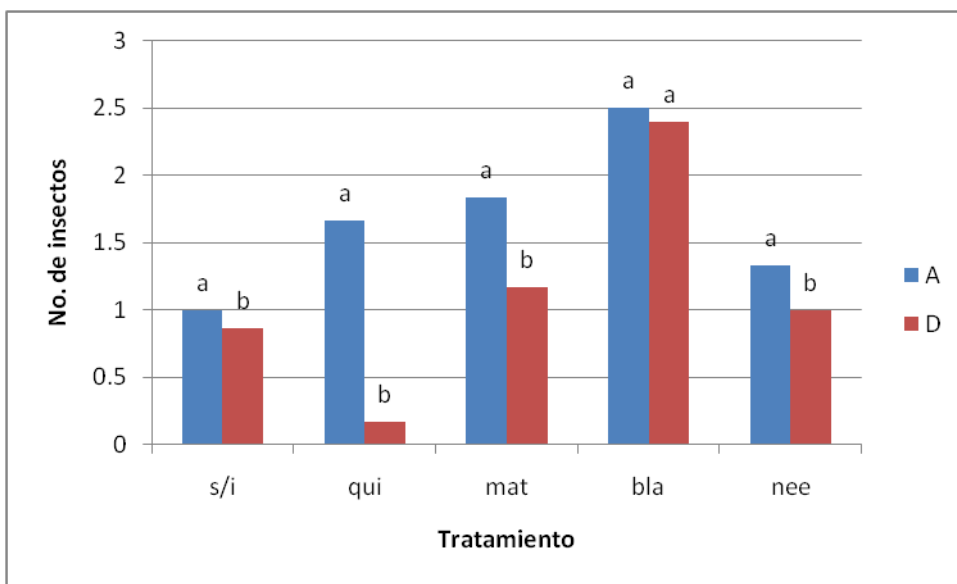


Figura 48.- Análisis de varianza para el insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 48 del número del insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos, mostraron que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extracto de neem, extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®), estadísticamente fueron iguales ($P<0.05$); sin embargo a las plantas de tomate que fueron tratadas con el blanco, compuesto por agua, si se observó una diferencia significativa con estos.

Aunque estadísticamente no hubo una diferencia significativa entre los tres tratamientos, se observó que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extractos de neem y extractos de mata-ratón

presentaron una reducción del 24.9% y 36.36% respectivamente en el número de mosquitas blanca, con respecto a las encontradas antes de la aplicación de estos tratamientos; sin embargo a las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) se observó una mayor reducción en el número de la mosquita blanca, en un 90%. Las plantas que se trataron con el testigo blanco, compuesto de agua, fue el tratamiento donde se observó una mayor presencia del insecto mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*).

Cuantificación del insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 49).

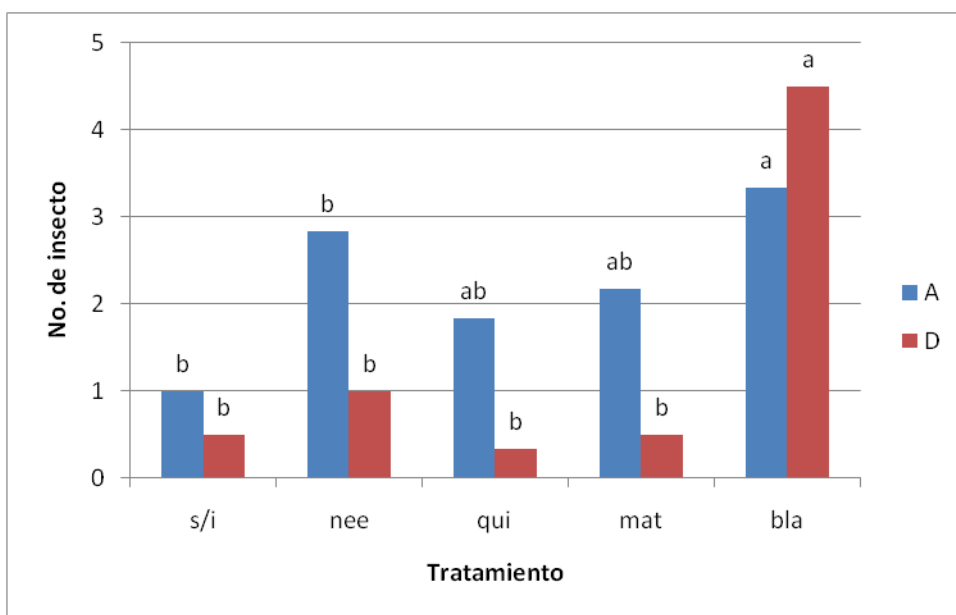


Figura 49.- Análisis de varianza para el insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 49 del número del insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos mostraron que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extracto de neem, extracto de mata-ratón y el agente químico

(Thiodan®), estadísticamente fueron iguales ($P < 0.05$); sin embargo con las plantas que se trataron con el testigo blanco, compuesto por agua, si se observó una diferencia significativa con estos.

Aunque estadísticamente no hubo una diferencia significativa entre los tres tratamientos, si observó que a las plantas de tomate a la que se les aplicó los extractos de neem y extractos de mata-ratón presentaron una reducción del 64.7% y 76.9% respectivamente en el número de mosquitas blanca con respecto a las encontradas antes de la aplicación de estos tratamientos; sin embargo a las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) se observó una mayor reducción en el numero de la mosquita blanca, en un 81.8%. Las plantas de tomate que se trataron con el blanco, compuesto por agua, fue el tratamiento donde se observó una mayor presencia del insecto mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*), hasta se observaron un incremento del 25.9% del insecto después de la aplicación del tratamiento

Cuantificación del insecto chapulín (*Sphenarium spp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 50).

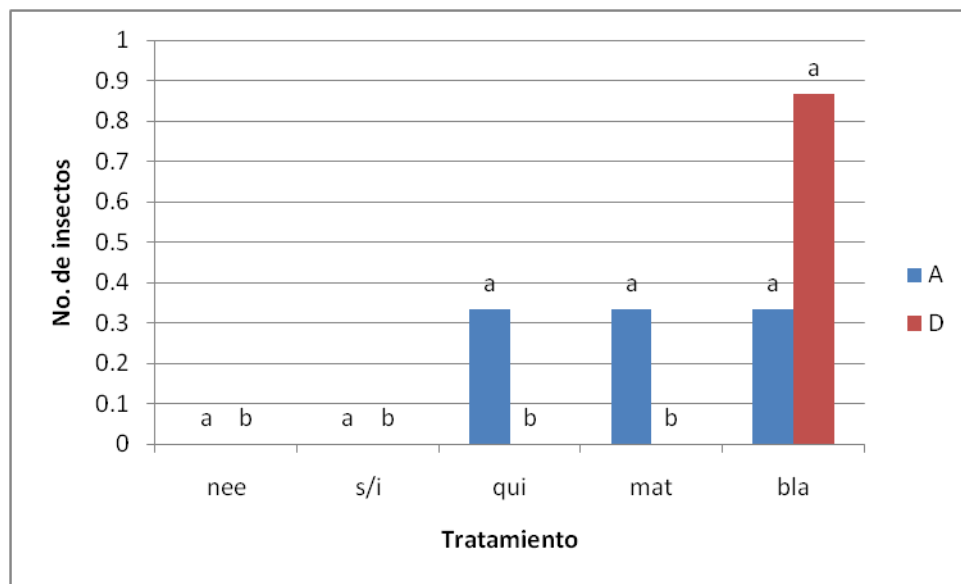


Figura 50. Análisis de varianza para el insecto chapulín (*Sphenarium spp.*), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 50 del número del insecto chapulín (*Sphenarium spp.*), presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos mostraron que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®), estadísticamente fueron iguales ($P<0.05$); sin embargo a las plantas que se trataron con el tratamiento blanco, compuesto por agua, si se observó una diferencia significativa con estos.

Se observó que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extractos de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) disminuyeron al 100% del número de chapulín presentes antes de la aplicación de estos tratamientos; siendo muy diferente los resultados con las plantas que se les aplicó el tratamiento blanco (agua), donde se observó que hubo un incremento del 61.5% de chapulín respecto a las encontradas antes de la aplicación del tratamiento. A las plantas de tomate que se les aplicó extractos de neem no se observó la presencia del insecto chapulín durante las seis aplicaciones que se llevó a cabo, ni antes ni después de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto chapulín (*Sphenarium spp.*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 51).

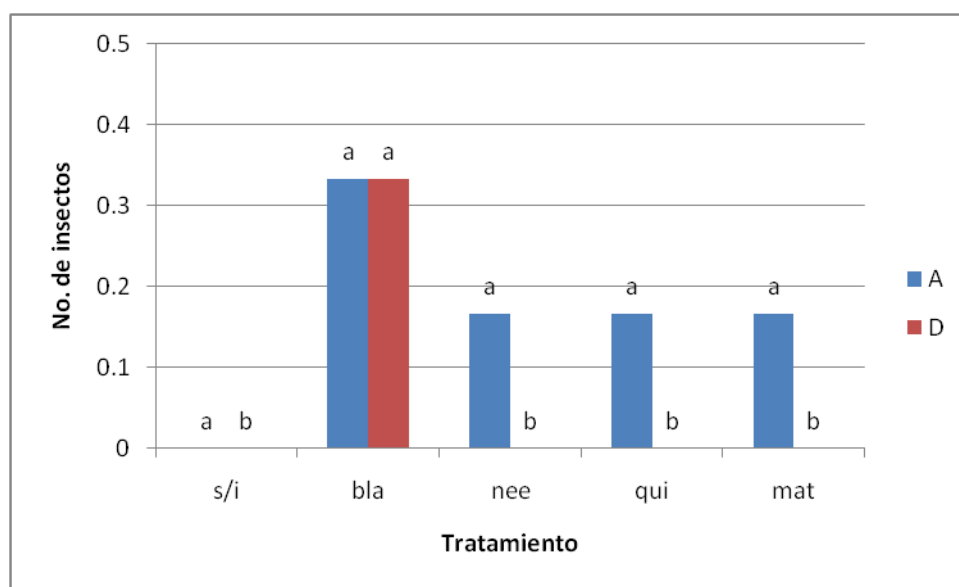


Figura 51. Análisis de varianza para el insecto chapulín (*Sphenarium spp.*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt

(días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 51 del número del insecto chapulín (*Sphenarium spp.*), presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos mostraron que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extractos de neem, extractos de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®), estadísticamente fueron iguales ($P < 0.05$); sin embargo a las plantas que se trataron con el tratamiento blanco, compuesto por agua, si se observó una diferencia significativa con estos.

Se observó que a las plantas de tomate a la que se les aplicó extractos de neem y extractos de mata-ratón tuvieron los mismos efectos con las plantas que se trató con el agente químico (Thiodan®), disminuyendo al 100% del número de chapulín presentes antes de la aplicación de cada uno de estos tratamientos; siendo muy diferente los resultados con las plantas a la que se les aplicó el tratamiento blanco (agua), donde no se observó ningún decremento del número de chapulín, respecto a las encontradas antes de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto diabrotica (*Diabrotica sp*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 52).

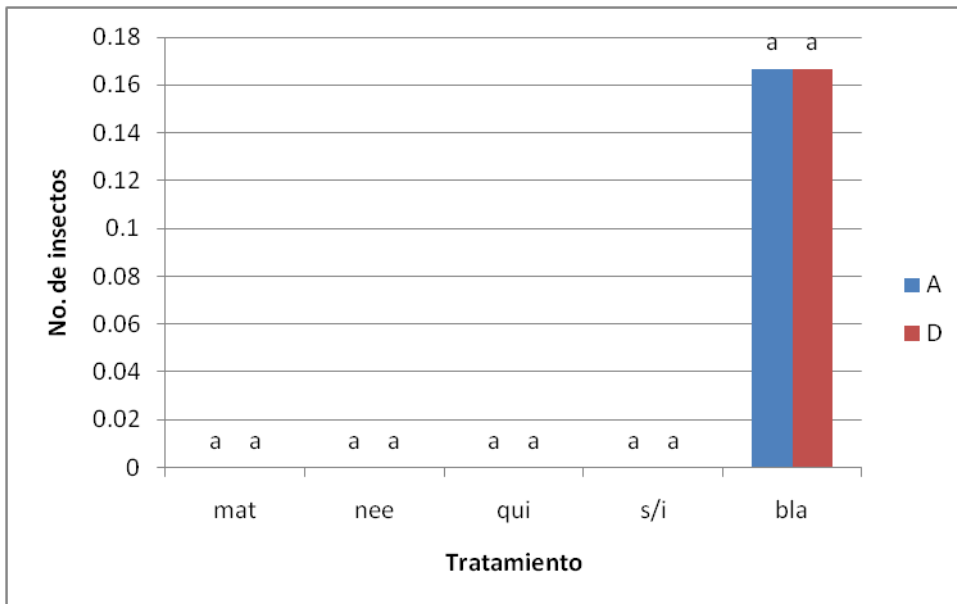


Figura 52. Análisis de varianza para el insecto diabrótica (*diabrotica sp*), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).

El análisis de varianza de la figura 52 del número del insecto diabrótica (*diabrotica sp*) presentes antes y después de la aplicación de los tratamientos, muestra que no hay ninguna diferencia significativa (P<0.05) entre los tratamientos aplicados a las plantas de tomate.

Se observó que durante los 50 días de emergencia del cultivo de tomate no hubo tanta presencia del insecto chapulín; sin embargo se observó algunos insectos en plantas de tomate a la que se les aplicó el tratamiento blanco, compuesto por agua.

Cuantificación del insecto diabrótica (*Diabrotica sp*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 53).

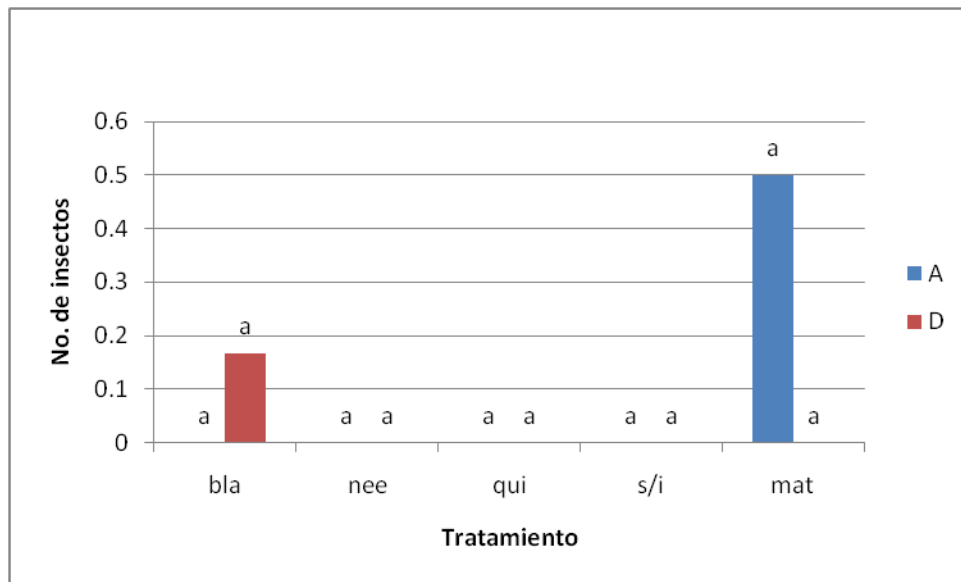


Figura 53. Análisis de varianza para el insecto diabrótica (*diabrotica sp*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P<0.05).

El análisis de varianza de la figura 53 del número del insecto diabrotica (*diabrotica sp*), presentes antes y después de las aplicaciones de los tratamientos, muestra que no hay ninguna diferencia significativa ($P<0.05$) entre los tratamientos aplicados a las plantas de tomate.

Se observó que durante los 50 días después del trasplante del cultivo de tomate no hubo tanta presencia del insecto chapulín; sin embargo se observó su presencia en plantas de tomate tratadas con el testigo blanco. También donde se observó su presencia fue antes de la aplicación del tratamiento extracto de mata-ratón en las plantas de tomate, pero con la aplicación del extracto lo erradicó por completo.

Cuantificación del insecto salivazo (*Homóptera sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 54).

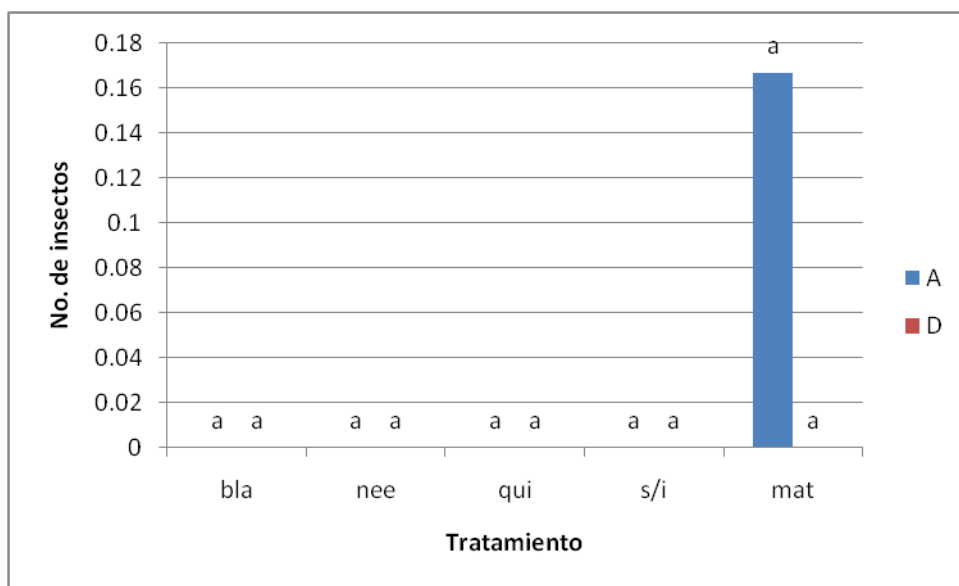


Figura 54. Análisis de varianza para el insecto salivazo (*Homóptera sp.*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 53 del número del insecto salivazo (*Homóptera sp.*), presentes antes y después de las aplicaciones de los tratamientos, muestra que no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos aplicados a plantas de tomate.

Se observó que durante los 50 días después del trasplante del cultivo de tomate no se observó casi la presencia del insecto salivazo, observando solo su presencia antes de la aplicación del tratamiento extracto de mata-ratón en las plantas de tomate, pero con la aplicación del extracto a las plantas se eliminó por completo.

Cuantificación del insecto palomilla del nopal (*Homóptera sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 55).

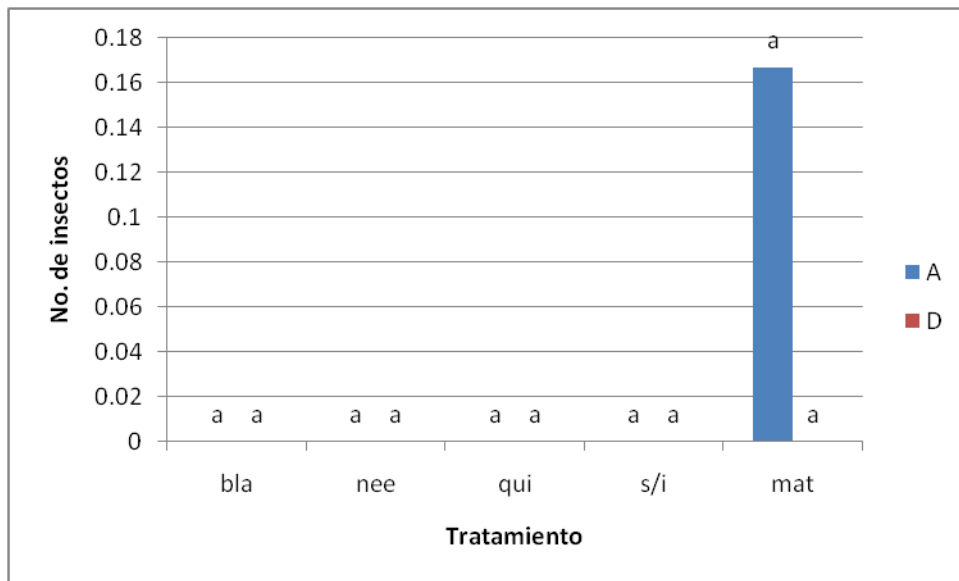


Figura 55. Análisis de varianza para el insecto palomilla del nopal (*Homóptera sp.*), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 55 del número del insecto salivazo (*Homóptera sp.*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, muestra que no hubo ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos aplicados a las plantas de tomate.

Se observó que durante los 50 días después del trasplante del cultivo de tomate no se observó casi la presencia del insecto palomilla del nopal, observando solo su presencia antes de la aplicación del tratamiento extracto de mata-ratón en las plantas de tomate, pero con la aplicación del extracto se eliminó por completo.

Cuantificación del insecto trips (*Frankliniella occidentalis*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 56).

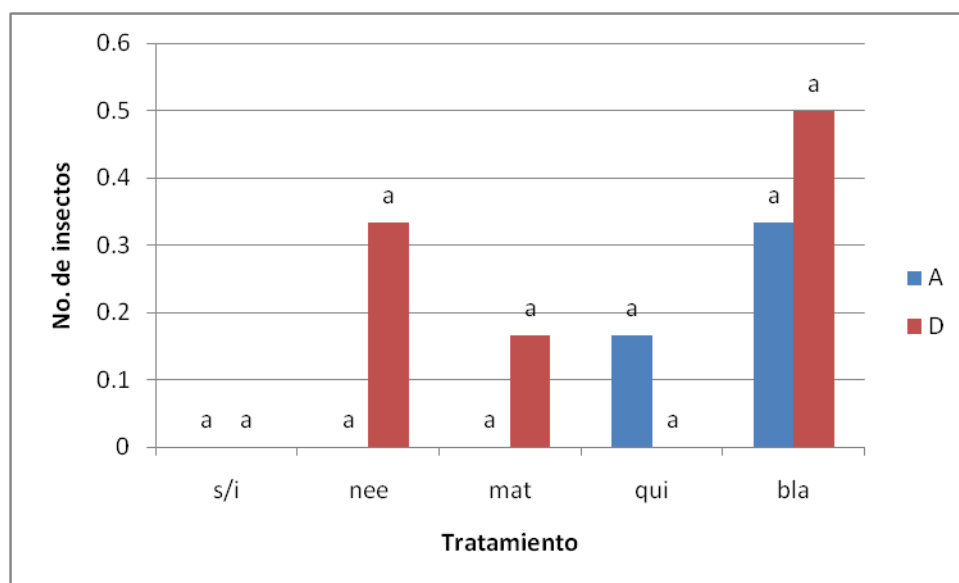


Figura 56. Análisis de varianza para el insecto trips (*Frankliniella occidentalis*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 56 del número del insecto trips (*Frankliniella occidentalis*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, muestra que no hubo ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos aplicados a las plantas de tomate.

Estadísticamente no se observó ninguna diferencia en el número de insectos presentes antes y después de la aplicación de los tratamientos; sin embargo se observó su presencia en plantas de tomate donde anteriormente se les había aplicado extractos de neem y extractos de mata-ratón, como también se observó su presencia en plantas donde fueron tratados con el tratamiento blanco.

Las plantas de tomate a la que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) se observó una disminución del 100% del número del insecto trips presentes antes de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto oruga (*Heliothis spp*), antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura57).

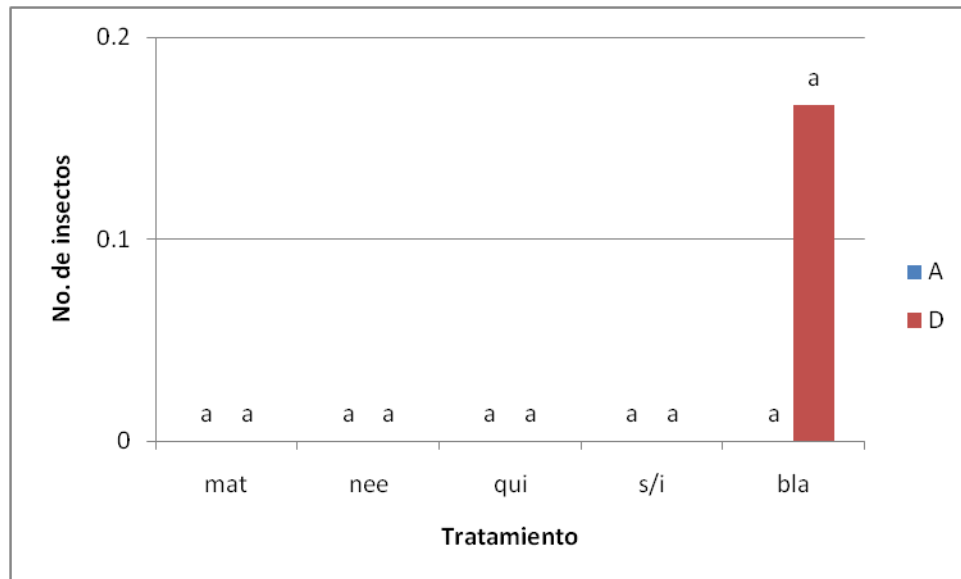


Figura 57. Análisis de varianza para el insecto oruga (*Heliothis spp*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 57 del número del insecto oruga (*Heliothis spp*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, muestra que no hay ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos aplicados a las plantas de tomate.

Se observó que a los 50 días después del trasplante del cultivo de tomate no se observó casi la presencia del insecto oruga, observando solo su presencia en plantas de tomate donde se les aplicó el tratamiento blanco, compuesto por agua.

B).- Insectos benéficos

Cuantificación del insecto araña (*Lyssomanes sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 58).

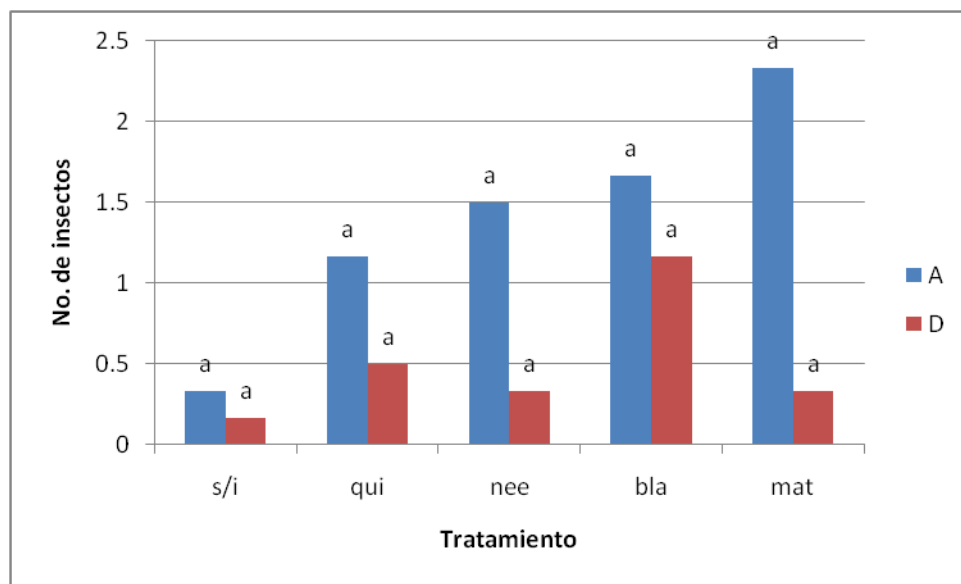


Figura 58. Análisis de varianza para el insecto araña (*Lyssomanes sp.*), del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 58 del número del insecto araña (*Lyssomanes sp.*), presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, no mostraron ninguna diferencia significativa ($P<0.05$) entre estos.

Aunque estadísticamente no se observó ninguna diferencia significativa en el número de insectos presentes después de la aplicación de los tratamientos, si se observó que las plantas de tomate a la que se les aplicó extracto de mata-ratón, extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) tuvieron un decremento en el número del insecto araña de un 85.71%, 77.77% y 57.14% respectivamente, con respecto al número de arañas encontradas antes de la aplicación de los tratamientos. Las plantas

que fueron tratadas con el tratamiento blanco blanco también se observó una disminución de la araña de un 30%.

Cuantificación del insecto araña (*Lyssomanes sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 59).

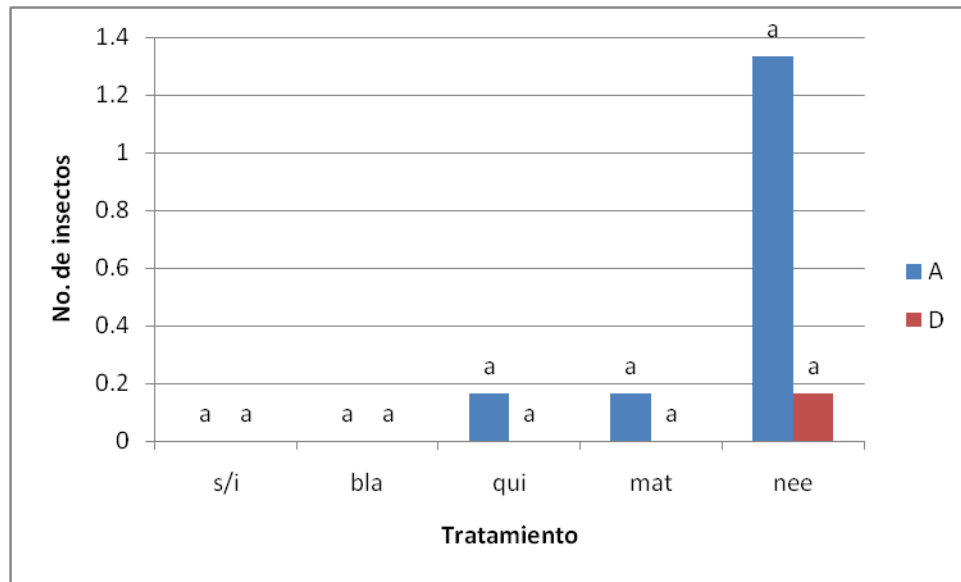


Figura 59. Análisis de varianza para el insecto araña (*Lyssomanes sp.*), del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 59 del número del insecto araña (*Lyssomanes sp.*) presentes antes y después de las aplicaciones de los diferentes tratamientos, no mostraron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos.

En el desarrollo del cultivo no se observó tanta presencia del insecto araña, observándose solo su presencia antes de la aplicación de los tratamientos, químico convencional (Thiodan®), extracto de mata-ratón, y extracto de neem, teniendo una reducción del 100% en los tratamientos químico convencional y extracto de mata-ratón. El tratamiento extracto de neem tuvo una reducción del 93% del insecto araña.

Cuantificación del insecto avispa (*vespa sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 60).

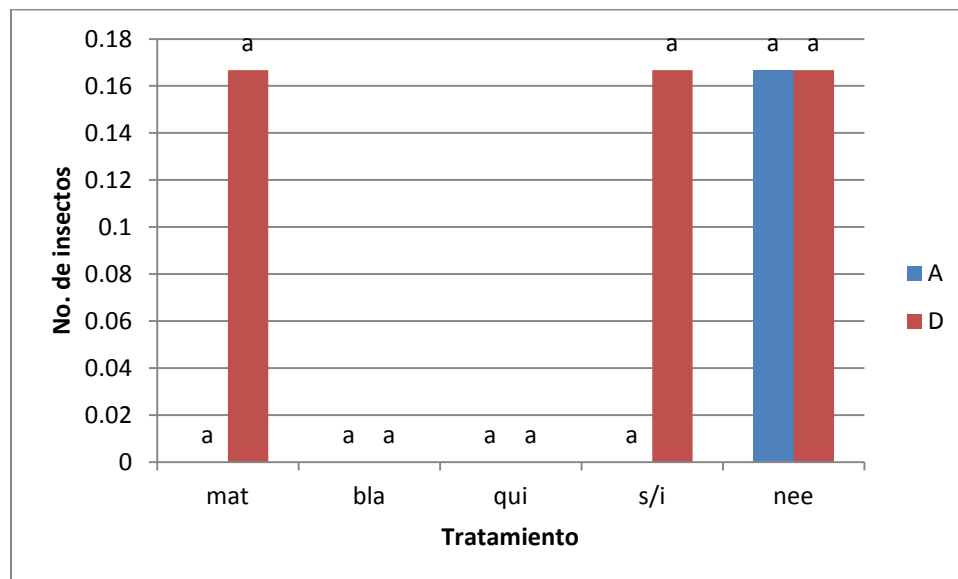


Figura 60. Análisis de varianza para el insecto avispa (*Vespa sp.*) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 60 del número del insecto avispa (*Vespa sp.*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, no mostraron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos.

En el desarrollo del cultivo no se observó tanta presencia del insecto avispa; sin embargo se observó algunas avispas después de la aplicación de los tratamientos, extracto de mata-ratón y sin insectos. También se observó que las plantas de tomate que se les aplicó extracto de neem no disminuyó el número de avispa que se encontraba antes de la aplicación este tratamiento.

Cuantificación del insecto avispa (*vespa sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 61).

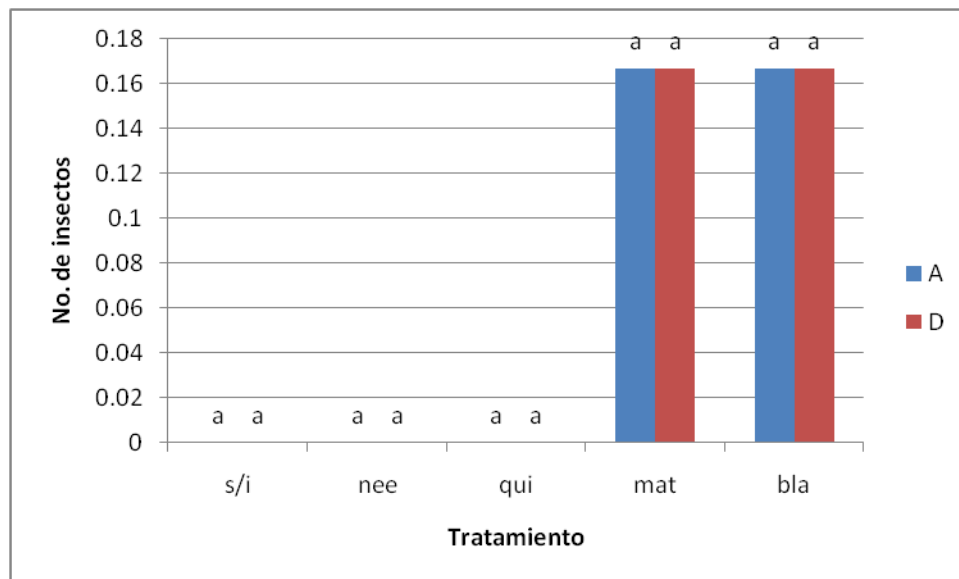


Figura 61. Análisis de varianza para el insecto avispa (*Vespa sp.*) del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 61 del número del insecto avispa (*Vespa sp.*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, no mostraron ninguna diferencia significativa ($P<0.05$) entre estos.

Se observó que las plantas de tomate que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®), extracto de neem y sin insectos no se observó la presencia del insecto avispa ni antes ni después de la aplicación de estos tratamientos. Donde sí se observó su presencia fue en las plantas de tomate a la que se les aplicó extracto de mata-ratón y el tratamiento blanco, pero que no tuvieron ningún efecto en la reducción del insecto.

Cuantificación del insecto mariposa (*Dannaus plexippus*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 62).

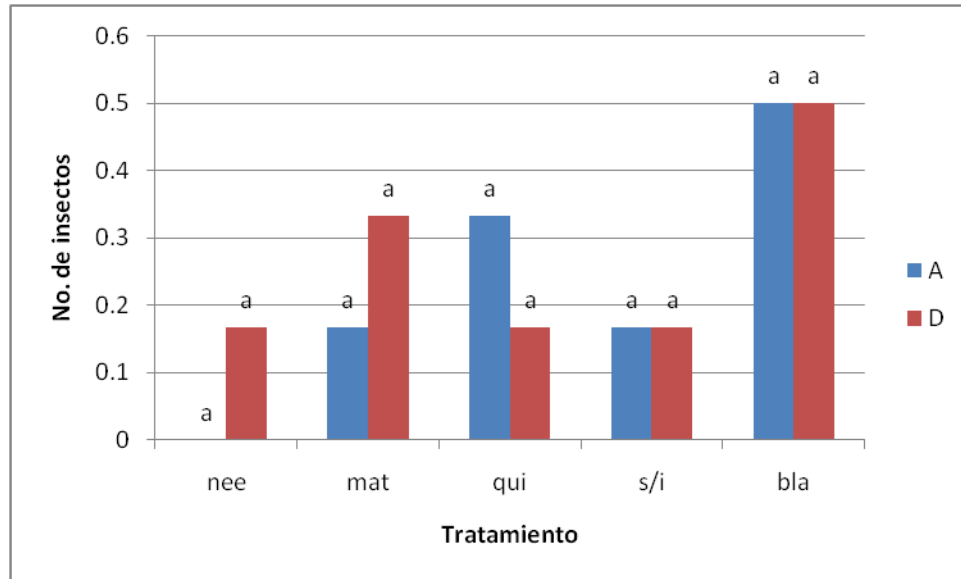


Figura 62. Análisis de varianza para el insecto mariposa (*Dannaus plexippus*) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 62 del número de mariposas (*Dannaus plexippus*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos a las plantas de tomate, mostraron que no hubo ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos.

Aunque estadísticamente no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, se observó que las plantas de tomate a la que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) presentó una disminución del 50% en el número mariposas encontrados antes y después de la aplicación del tratamiento. También se observó que en las plantas a la que se les aplicó el extracto de mata-ratón y extracto de neem no hubo ninguna disminución en el número de mariposas encontradas en las plantas después de la aplicación de los tratamientos, si no todo al contrario, hubo un aumento. Las plantas de tomate que se trataron con el testigo blanco, fue donde se observó mayor número de mariposas, como antes y después de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto mariposa (*Dannaus plexippus*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 63).

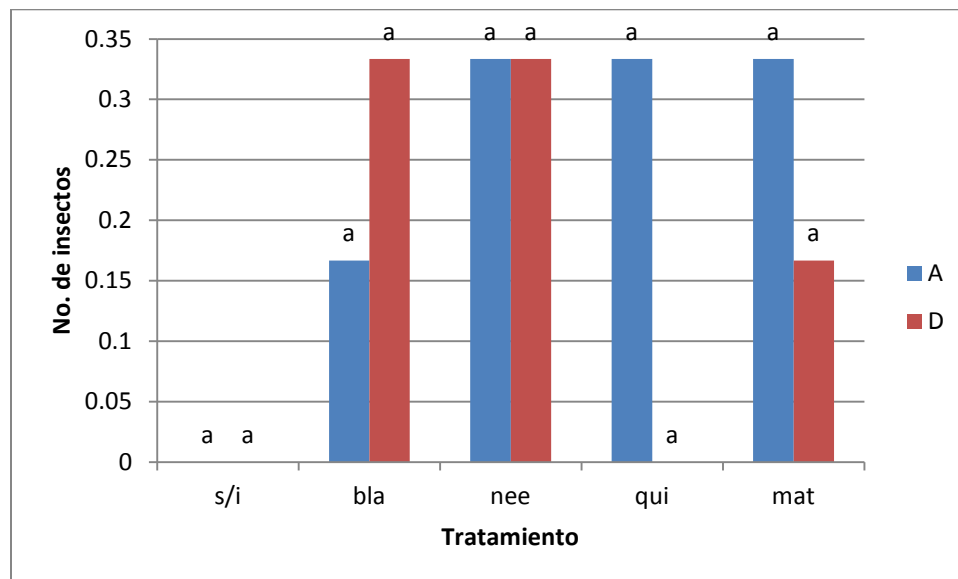


Figura 63. Análisis de varianza para el insecto mariposa (*Dannaus plexippus*) del tercer cultivo de tomate, antes y después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 63 del número de mariposas (*Dannaus plexippus*) presentes antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos, no mostraron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos.

Aunque estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, se observó que las plantas de tomate a la que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) y el extracto de mata-ratón se observó una disminución del 100% y 49% respectivamente en el número mariposas encontrados antes y después de las aplicaciones de los tratamientos. También se observó que en las plantas a la que se les aplicó el extracto de neem no mostraron ninguna variación en el número de mariposas encontradas en las plantas después de la aplicación del tratamiento. Las plantas que se trataron con el tratamiento blanco se observó un aumento en el número de mariposas encontradas en las plantas después de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto Hormiga (*Messor barbarus*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 64).

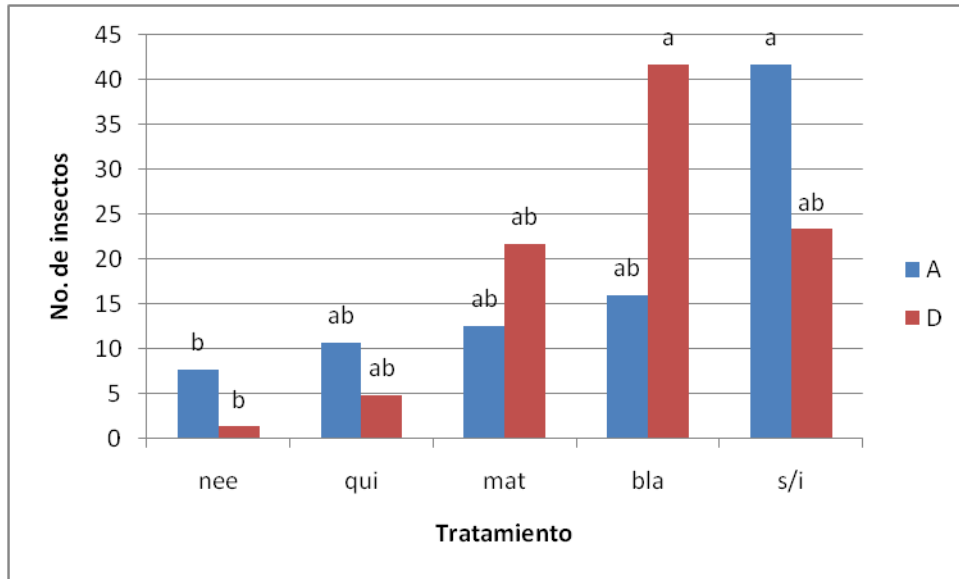


Figura 64. Análisis de varianza para el insecto hormiga (*Messor barbarus*) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 64 del número de hormigas presentes antes de la aplicación de los diferentes tratamientos mostraron que las plantas de tomate tratados con extracto de neem, agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón y el testigo blanco no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos; sin embargo los tratamientos sin insectos y extracto de neem si presentaron una diferencia significativa entre sí.

El análisis estadístico del número de hormigas presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos, mostraron que a las plantas de tomate a las que se le aplico el agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón, testigo blanco y sin insectos no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estos; sin embargo los tratados con blanco y extracto de neem si presentaron una diferencia significativa entre sí.

Aunque estadísticamente no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos extracto de neem, extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®), si se observó que a las plantas de tomate a las que se les aplicó extractos de neem y el agente químico (Thiodan®) presentaron una reducción del 82.6% y 54.68% respectivamente en el número de hormigas encontrados antes y después de la aplicación de los tratamientos. Las plantas a las que se les aplicó extracto de mata-ratón y el tratamiento blanco se observó un incremento del 42.30% y 61.60% del número de hormigas encontrados antes y después de la aplicación de estos tratamientos.

Cuantificación del insecto Hormiga (*Messor barbarus*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 65).

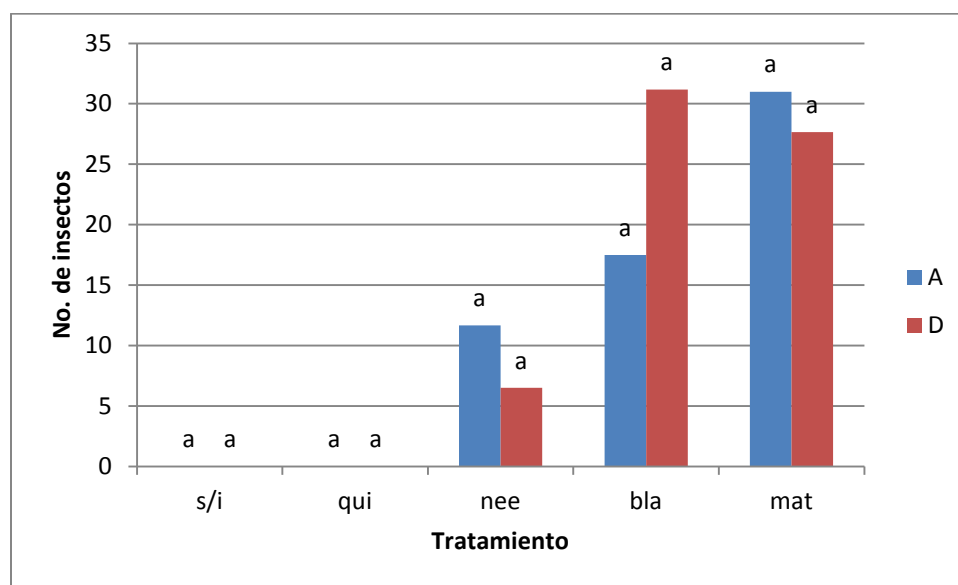


Figura 65. Análisis de varianza para el insecto hormiga (*Messor barbarus*) del tercer cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 65 del número de hormigas presentes antes de la aplicación de los diferentes tratamientos, mostraron que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de neem, extracto de mata-ratón y el testigo blanco no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estos.

El análisis de varianza del número de hormigas presentes después de la aplicación de los diferentes tratamientos, mostraron que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón, el tratamiento blanco y el extracto de neem no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estos.

Aunque estadísticamente no hubo una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, a las plantas de tomate a las que se les aplicó extractos de neem y extractos de mata-ratón presentaron una reducción del 44.28% y 10.75% respectivamente, en el número de hormigas encontrados antes y después de la aplicación de los tratamientos. A las plantas de tomate a las que se les aplicó el testigo blanco se observó un incremento del 43.85% del número de hormigas encontrados antes y después de la aplicación del tratamiento.

Cuantificación del insecto mantis religiosa (*Mantis religiosa sp.*) antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos; extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 66).

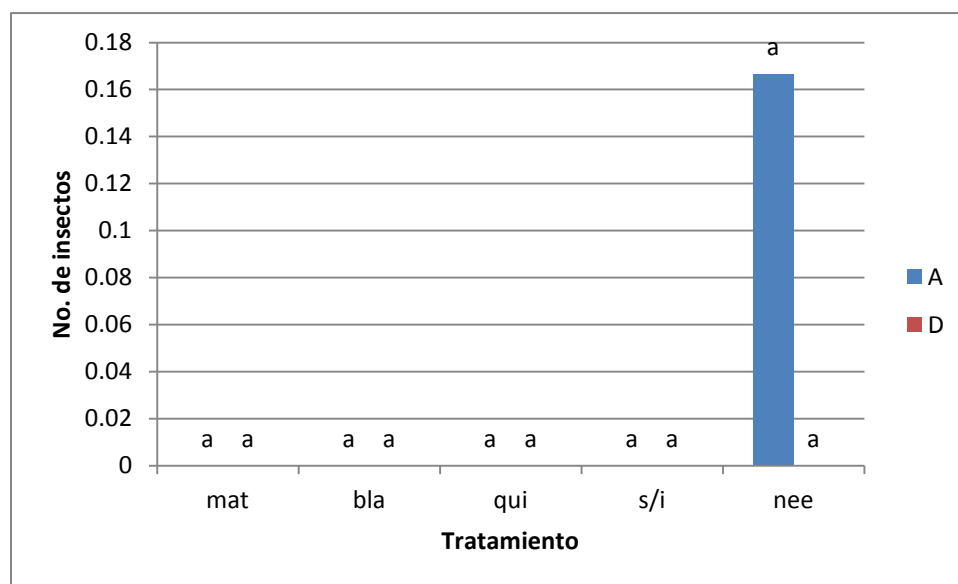


Figura 66. Análisis de varianza para el insecto mantis religiosa (*Mantis religiosa sp.*) del segundo cultivo de tomate, antes y 2 horas después de cada aplicación de los tratamientos, durante los 50 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 66 muestra que casi no hubo presencia del insecto mantis religiosa (*Mantis religiosa sp.*) durante los 50 ddt (días después de trasplante) del cultivo de tomate, observándose solo su presencia antes de la aplicación del tratamiento extracto de neem a las plantas de tomate.

6.2.- Variables de crecimiento

Los resultados obtenidos de las variables: peso de la planta fresca, peso seco de la planta, peso del follaje fresco, peso seco del follaje, peso de la raíz fresca, peso seco de la raíz, longitud total de la planta, longitud del follaje, longitud de la raíz, diámetro del tallo de la planta, durante dos estaciones consecutivas del cultivo de tomate, para todos los tratamientos aplicados, fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), en las muestras de plantas al final de la cosecha 90 ddt (días después del trasplante), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

Longitud de la planta del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 67).

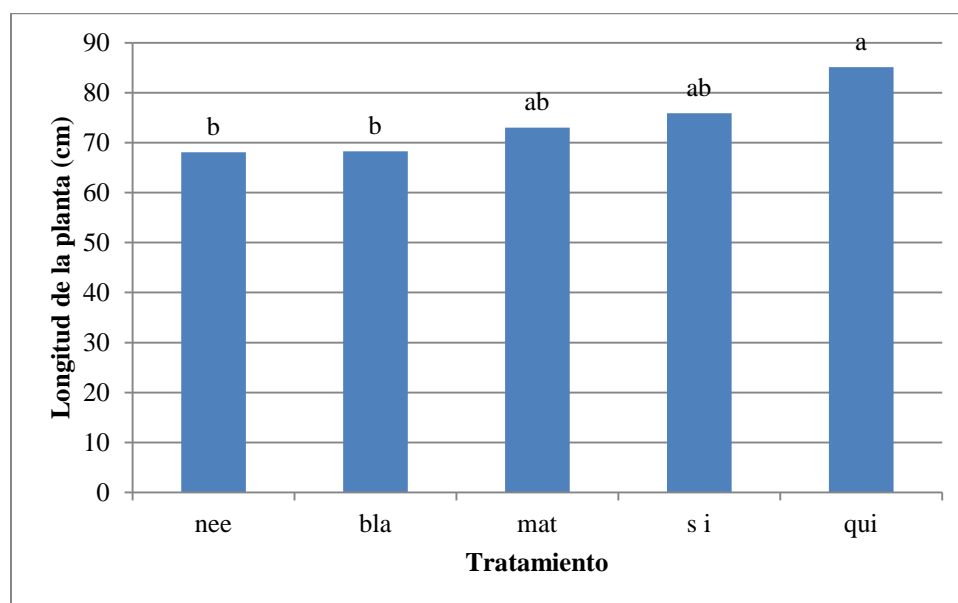


Figura 67. Análisis de varianza para la variable longitud de la planta del segundo cultivo de tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 67 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de neem, el tratamiento blanco (agua), el extracto de mata-ratijón y sin insectos no presentaron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si se observó una diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de neem y el blanco (agua).

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) presentaron un incremento del 19% y 20% en la longitud de la planta en comparación con las plantas a la que se les aplicó el tratamiento blanco (agua) y el extracto de neem, respectivamente.

Longitud de la planta del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 68).

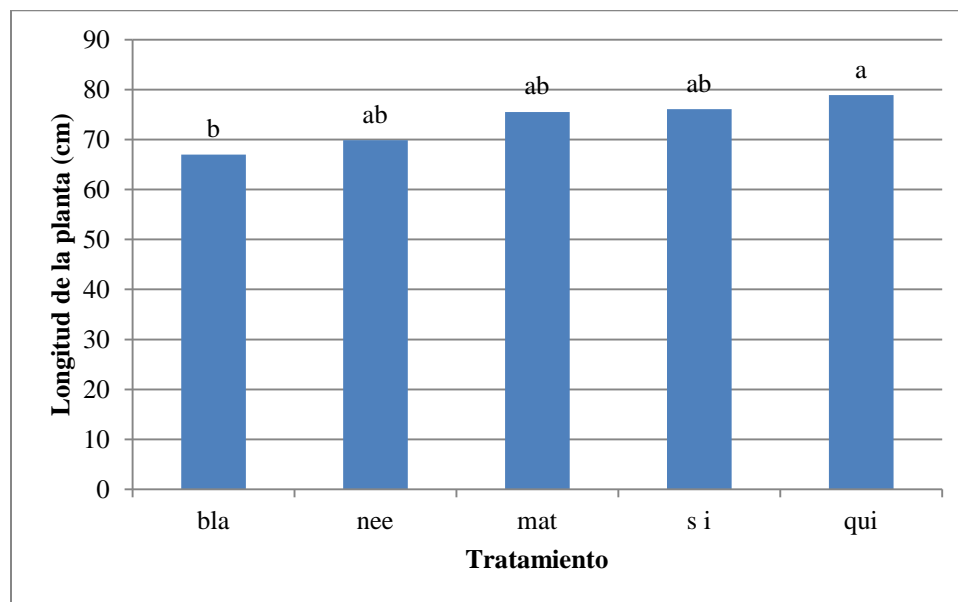


Figura 68. Análisis de varianza para la variable longitud de la planta del tercer cultivo de tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 68 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el tratamiento blanco (agua), extracto de neem, extracto de mata-ratón y sin insectos no presentaron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si se encontró diferencia

significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas tratadas con el blanco (agua).

Longitud de la raíz de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 69).

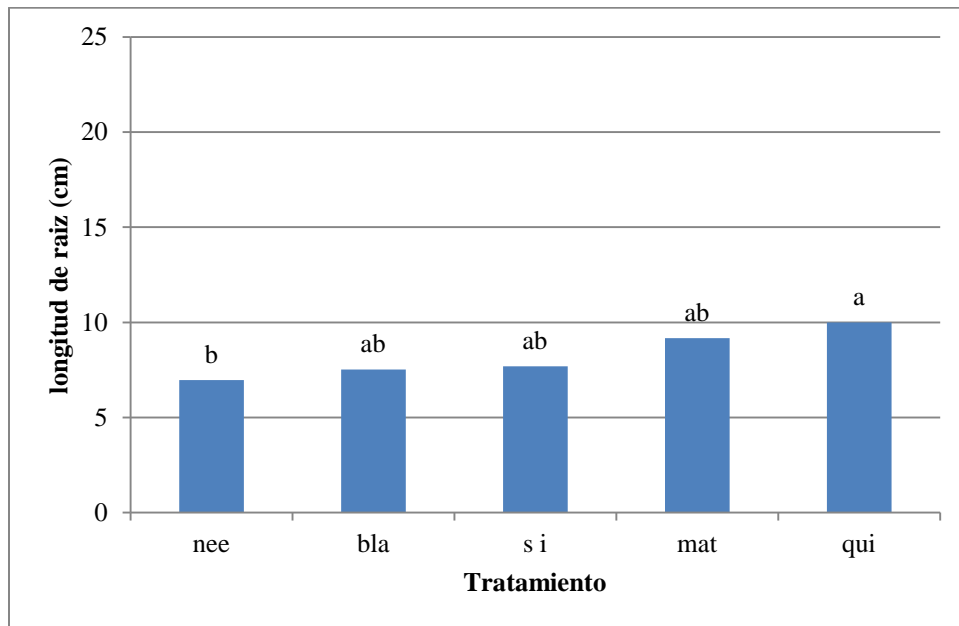


Figura 69. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 69 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de neem, el blanco (agua), sin insectos y extracto de mata-ratón indican que estadísticamente no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de neem.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) tuvieron de un 30% más de longitud de raíz con respecto a las plantas a las que se les aplicó el extracto de neem.

Longitud de la raíz de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 70).

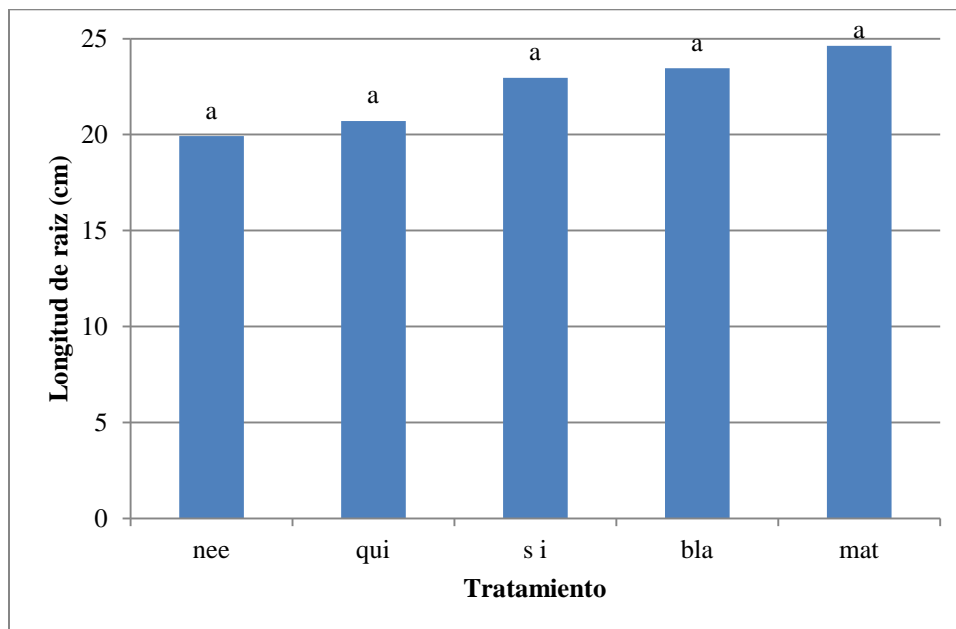


Figura 70. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 70 muestra que todos los tratamientos aplicados a las plantas de tomate fueron estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

Se observó que las plantas de tomate tratadas con extracto de mata-ratón y extracto de neem no presentaron ningún efecto en la longitud radicular de las plantas.

Longitud del follaje de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 71).

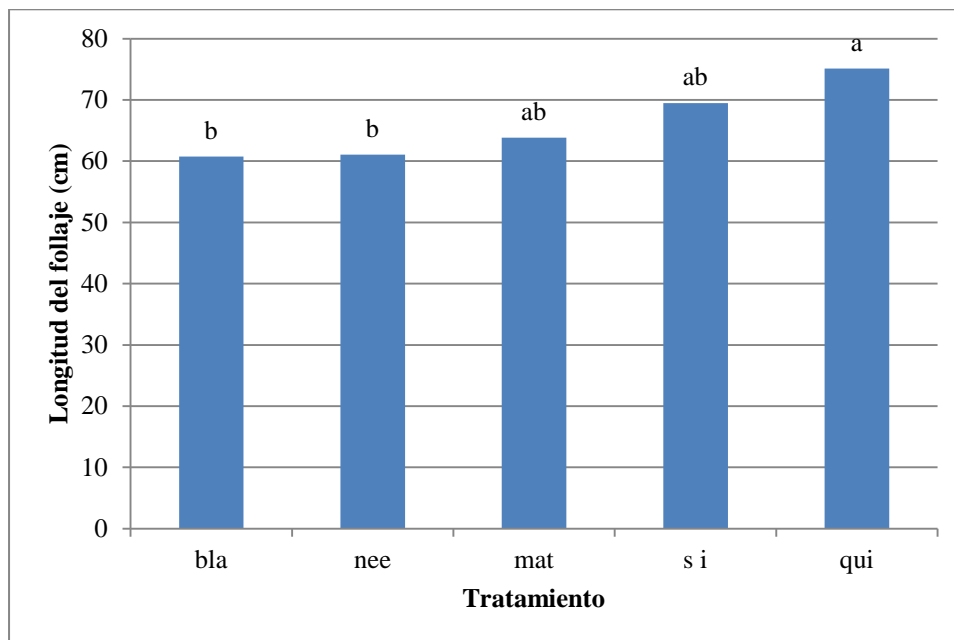


Figura 71. Análisis de varianza para la variable longitud de follaje en plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 71 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el tratamiento blanco (agua), extracto de neem, extracto de mata-ratón y sin insectos no mostraron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas tratadas con el blanco (agua) y extracto de neem.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) mostraron un incremento del 18% y 19% en la longitud del follaje en comparación con las plantas a las que se les aplicó el tratamiento blanco (agua) y extracto de mata-ratón.

Longitud del follaje de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 72).

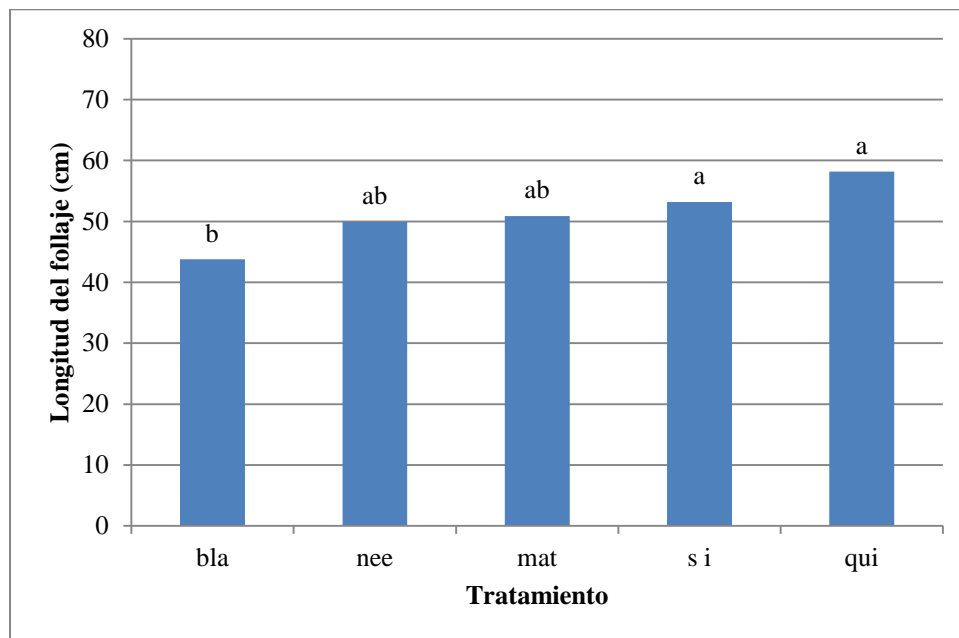


Figura 72. Análisis de varianza para la variable longitud de follaje en plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de de varianza de la figura 72 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de neem, extracto de mata-ratón, agente químico (Thiodan®) y sin insectos no presentaron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas tratadas con el blanco (agua).

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) mostró un incremento del 24.7% en la longitud del follaje en comparación con las plantas a las que se les aplicó el tratamiento blanco (agua).

Peso de follaje del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 73).

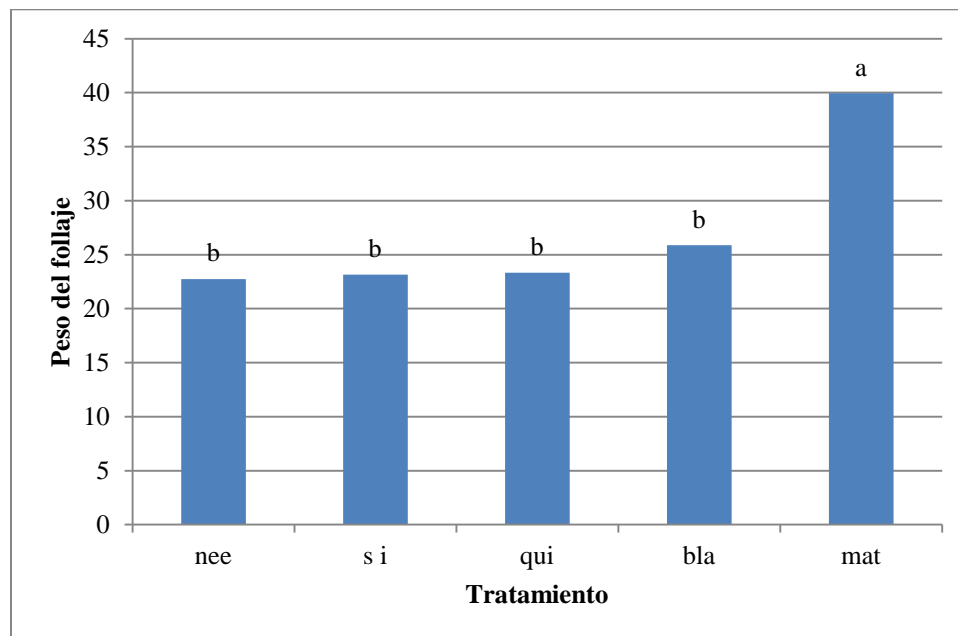


Figura 73. Análisis de varianza para la variable peso de follaje de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

El análisis de varianza en la figura 73 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; blanco (agua), agente químico (Thiodan®), sin insectos, extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 35.22% a 43.08% más peso de follaje, con respecto a los demás tratamientos.

Peso de follaje del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 74).

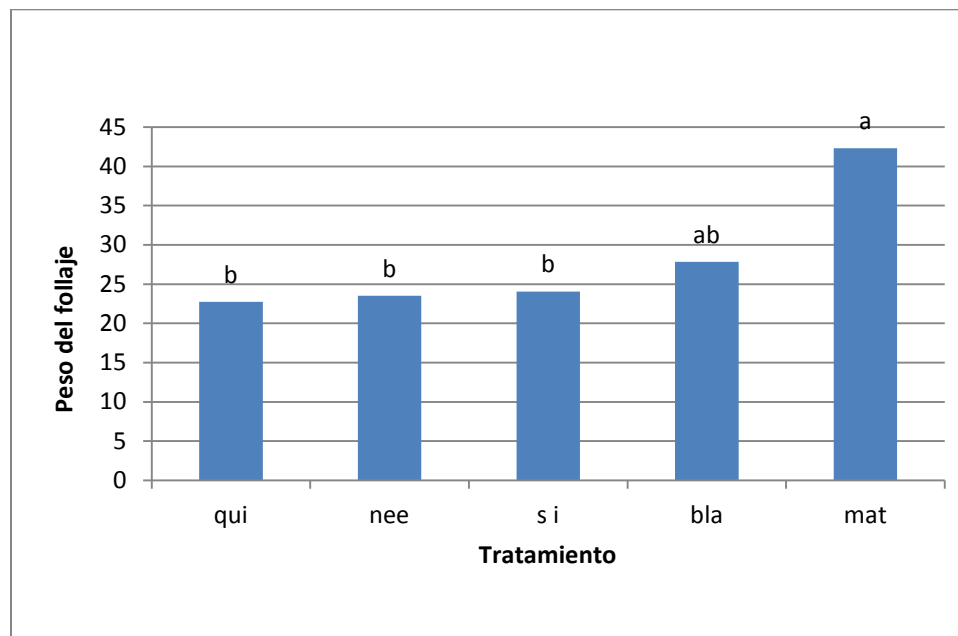


Figura 74. Análisis de varianza para la variable peso de follaje de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 74 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó los tratamientos, blanco (agua), sin insecto, extracto de neem y agente químico (Thiodan®), no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos; sin embargo sí mostraron diferencia significativa con las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron de un 34.26% a 46.25% más peso con respecto a los demás tratamientos.

Peso de follaje seca del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 75).

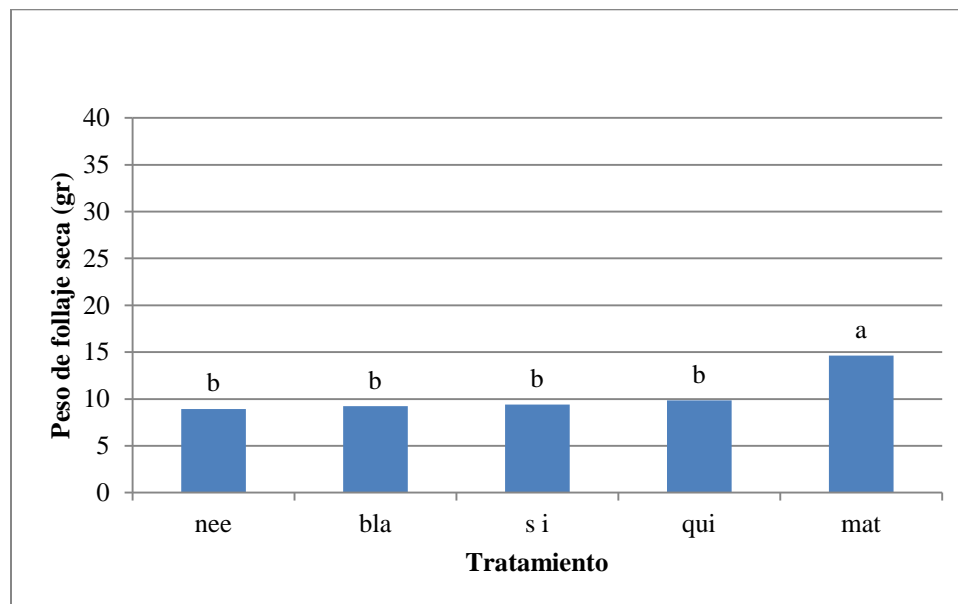


Figura 75. Análisis de varianza para la variable peso de follaje seco de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

El análisis de varianza en la figura 75 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; agente químico (Thiodan®), sin insectos, testigo blanco (agua), extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 32% a 39% más peso de follaje seca, con respecto a los demás tratamientos.

Peso de follaje seca del cultivo tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 76).

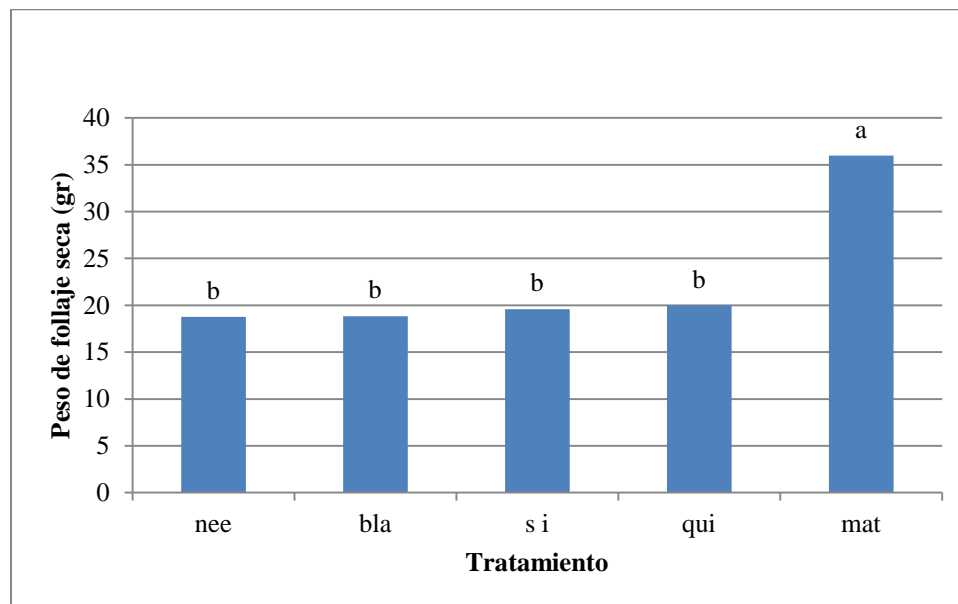


Figura 76. Análisis de varianza para la variable peso de follaje seco de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 76 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; agente químico (Thiodan®), sin insectos, blanco (agua), extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate que se trataron con extracto de mata-ratón tuvieron de un 44% a 47% más peso de follaje seco, con respecto a los demás tratamientos.

Peso de la planta de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 77).

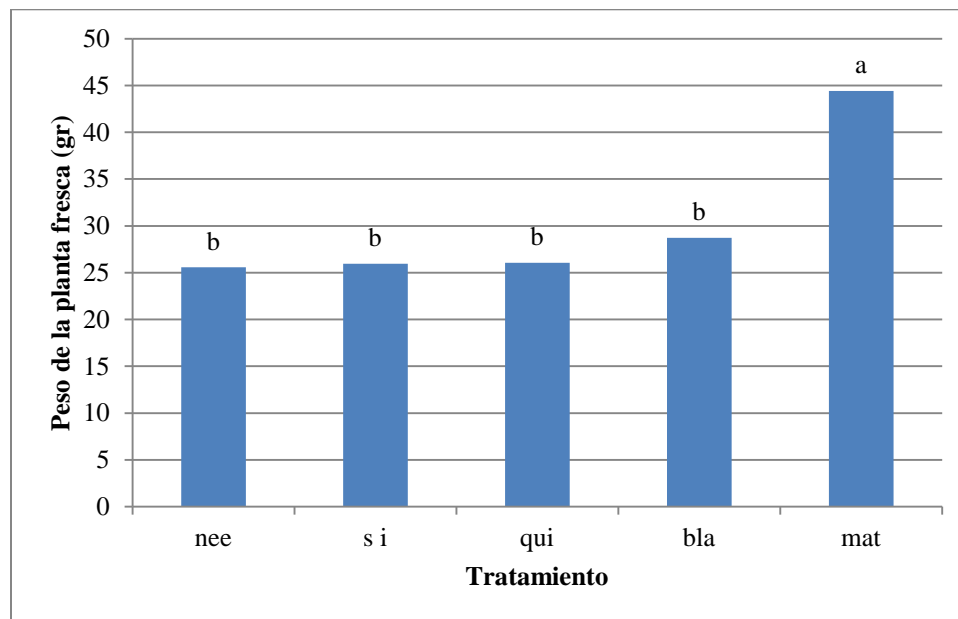


Figura 77. Análisis de varianza para la variable peso de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 77 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P<0.05$) con los demás tratamientos; blanco (agua), agente químico (Thiodan®), sin insectos, extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 35.32% a 42.43% más peso con respecto a los otros tratamientos.

Peso de la planta de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 78).

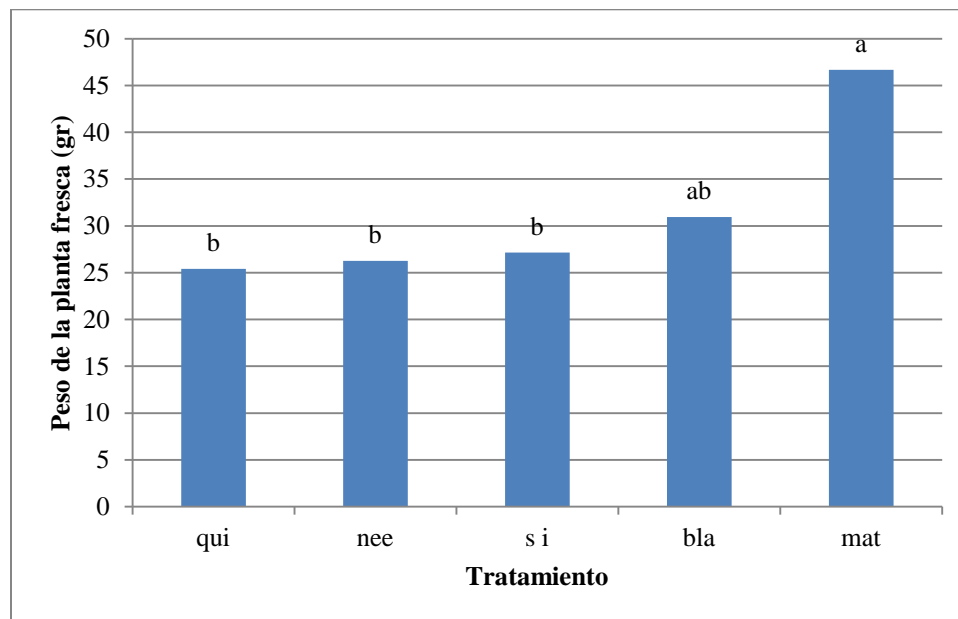


Figura 78. Análisis de varianza para la variable peso de las plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 78 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó los tratamientos, blanco (agua), sin insecto, extracto de neem y agente químico (Thiodan®), no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos; sin embargo sí mostraron diferencia significativa con las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron de un 33.68% a 45.60% más peso con respecto a los demás tratamientos.

Peso de la planta de tomate seca tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 79).

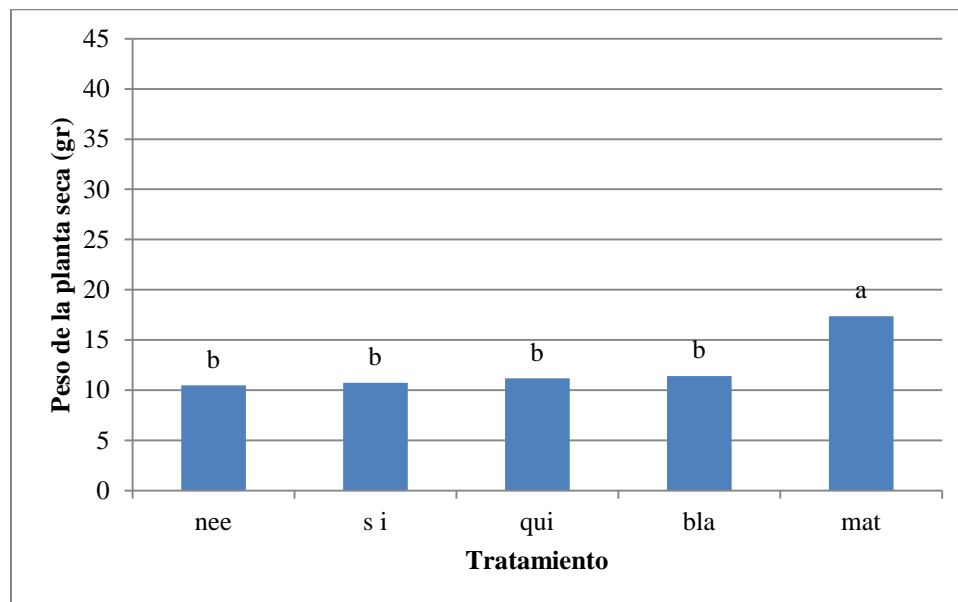


Figura 79.- Análisis de varianza para la variable peso de la planta total seca de las plantas de tomate del segundo cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 79 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; testigo blanco (agua), agente químico (Thiodan®), sin insectos, extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 34% a 39% más peso seco total con respecto a los otros tratamientos.

Peso de la planta de tomate seca tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 80).

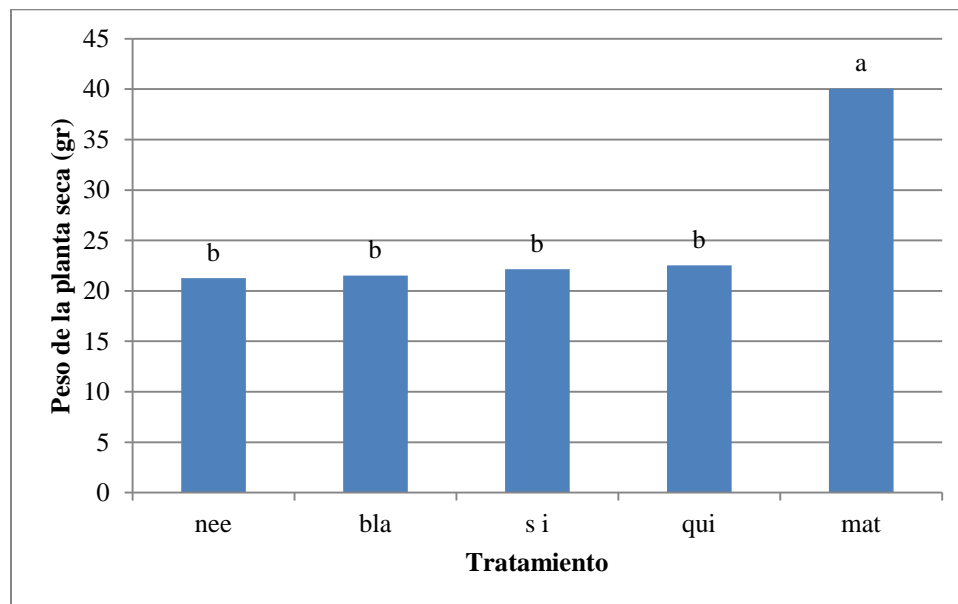


Figura 80. Análisis de varianza para la variable peso de la planta total seca de la plantas de tomate del tercer cultivo, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 80 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; agente químico (Thiodan®), sin insectos, blanco (agua), extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 43% a 47% más peso seco total, con respecto a los otros tratamientos.

Peso de la raíz de las plantas del cultivo tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 81).

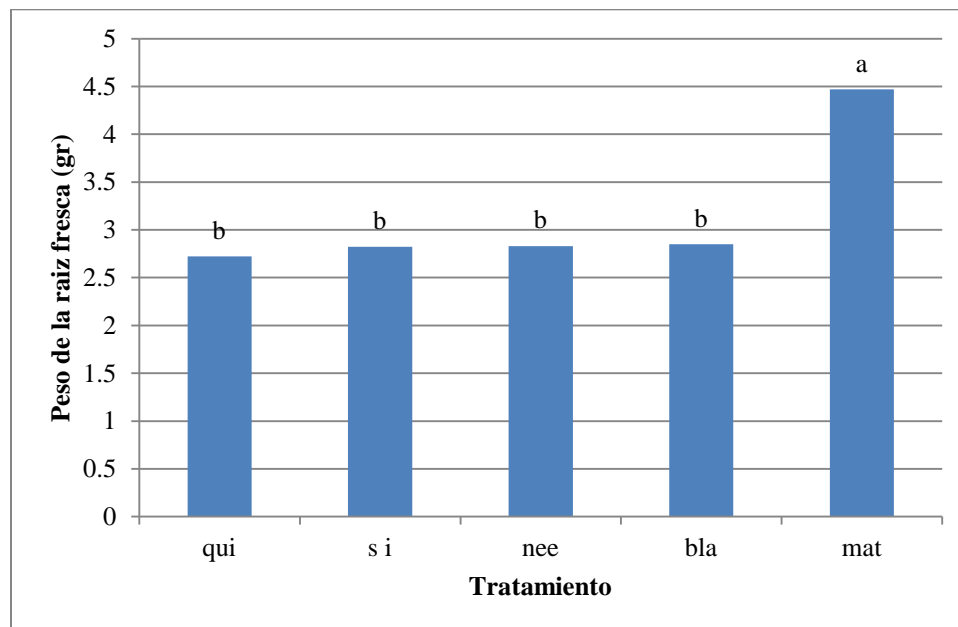


Figura 81. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 81 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvo una diferencia significativa ($P<0.05$) con los demás tratamientos; agente químico (Thiodan®), sin insectos, extracto de neem, blanco (agua), donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate que se trataron con extracto de mata-ratón tuvieron de un 36.26% a 39% más peso de la raíz, con respecto a los demás tratamientos.

Peso de la raíz de las plantas del cultivo tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 82).

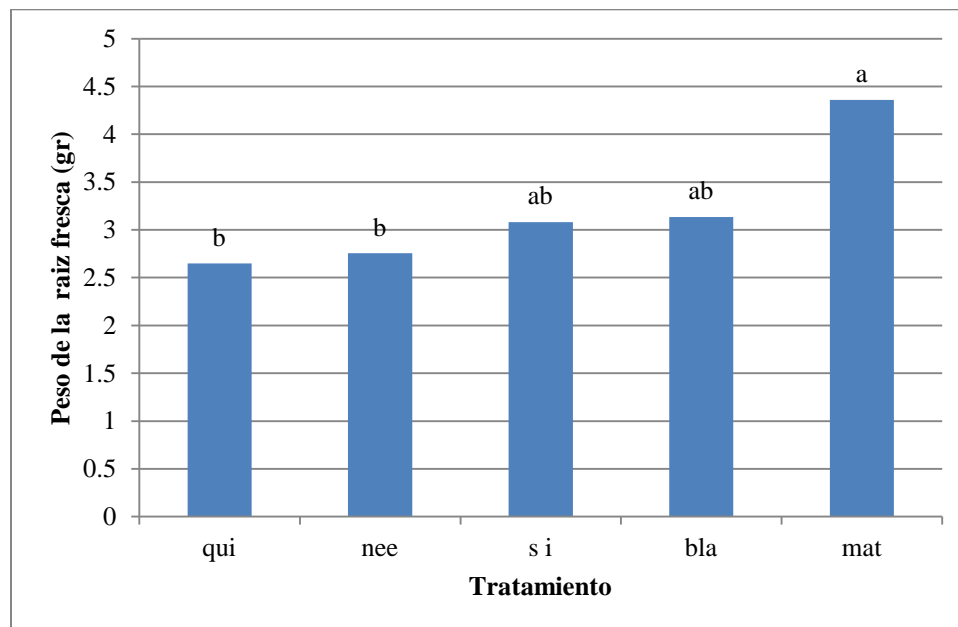


Figura 82. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de las plantas de tomate del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 82 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico, extracto de neem, sin insecto y blanco (agua), no presentaron ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si se observó una diferencia significativa en las plantas que se trataron con el extracto de mata-ratón en comparación con las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) y extracto de neem.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron un incremento del 36.76% y 39.23% en el peso de la raíz de las plantas en comparación con las plantas a la que se les aplicó el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®).

Peso de la raíz seca de las plantas del cultivo tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 83).

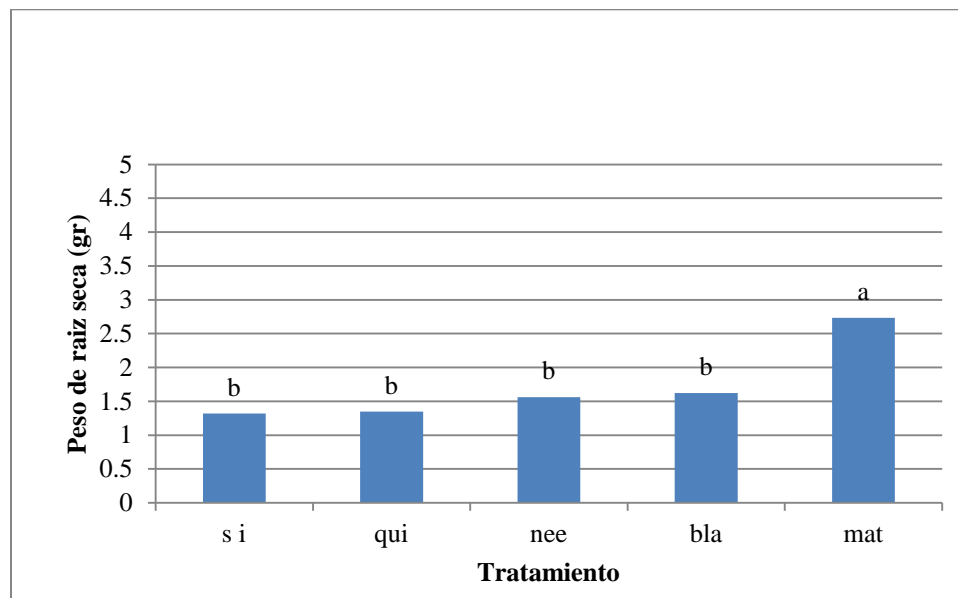


Figura 83. Análisis de varianza para la variable peso de la raíz seco de la planta del segundo experimento para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 83 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; testigo blanco (agua), extracto de neem, agente químico (Thiodan®), sin insectos, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 40% a 51% más peso de la raíz seca, con respecto a los otros tratamientos.

Peso de la raíz seca de las plantas del cultivo tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 84).

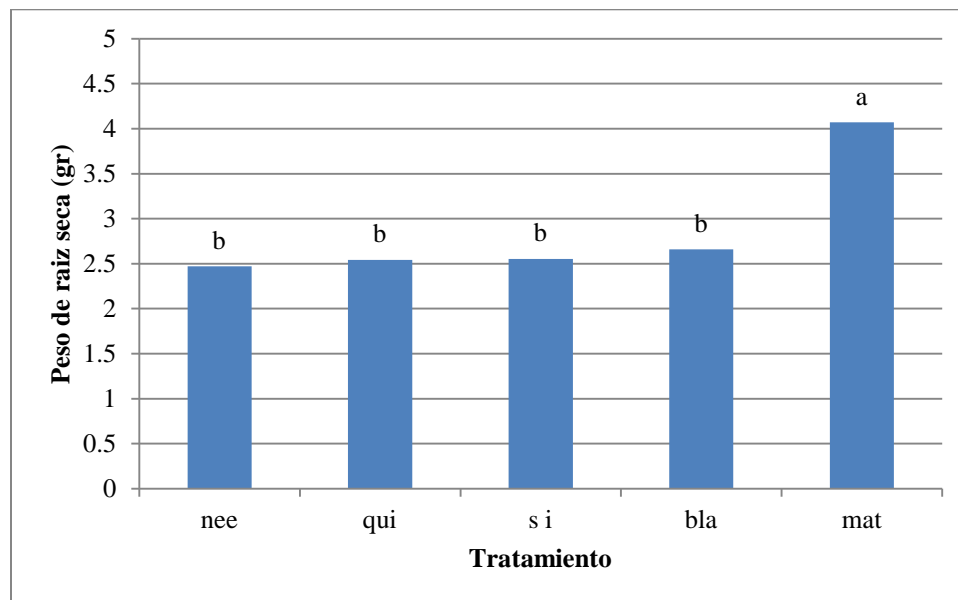


Figura 84. Análisis de varianza para la variable peso de la raíz seca de las plantas del tercer cultivo de tomate para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 84 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; testigo blanco (agua), sin insectos, agente químico (Thiodan®), extracto de neem, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 34% a 39% más peso de la raíz seca, con respecto a los otros tratamientos.

Diámetro del tallo de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el segundo experimento (figura 85).

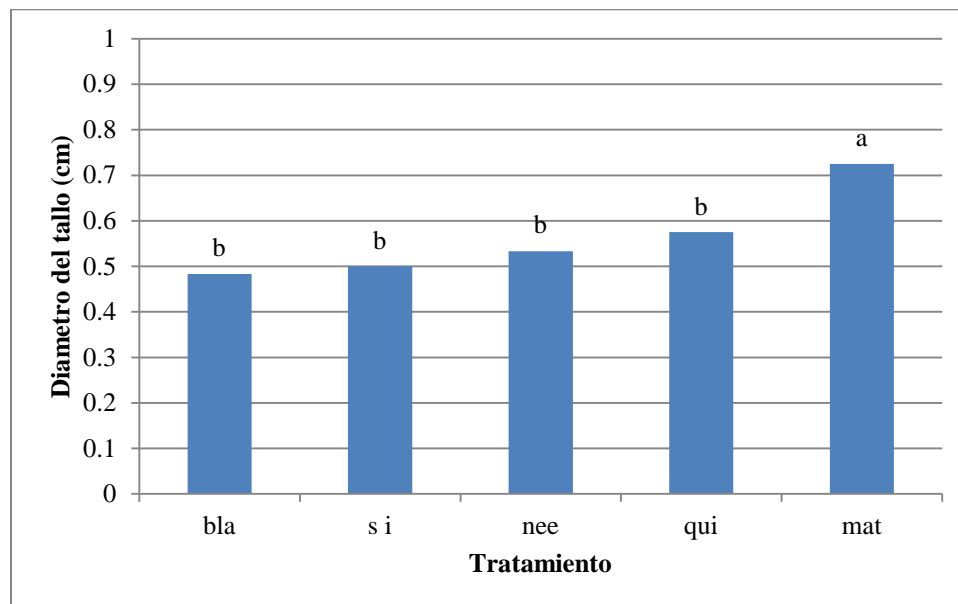


Figura 85. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 85 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; blanco (agua), sin insectos, extracto de neem y agente químico (Thiodan®), donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 20% a 33% más diámetro de tallo, con respecto a los otros tratamientos.

Diámetro del tallo de las plantas de tomate tratados con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos; en el tercer experimento (figura 86).

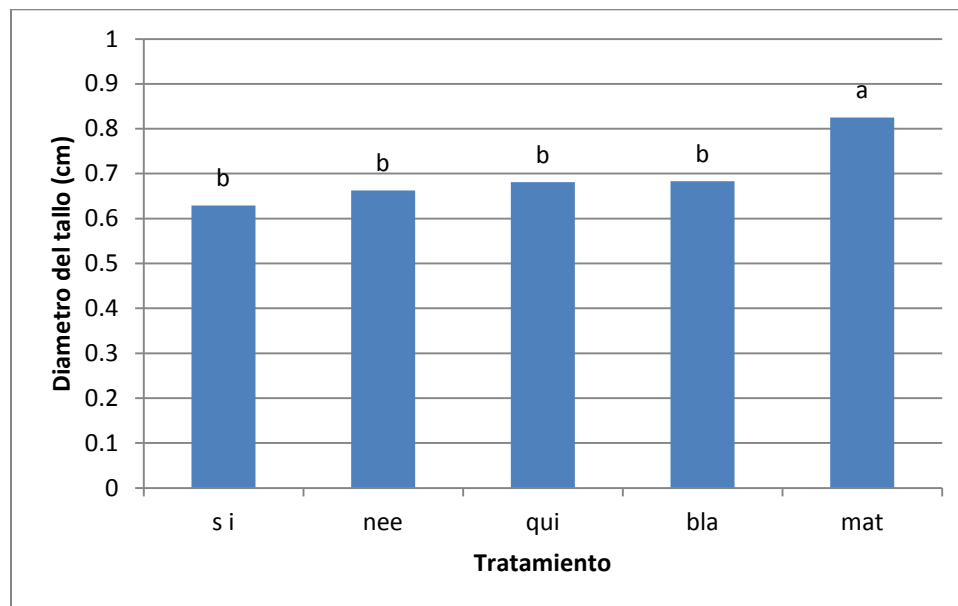


Figura 86. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 86 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con los demás tratamientos; blanco (agua), agente químico (Thiodan®), extracto de neem y sin insectos, donde se observó que entre éstos no hubo diferencia significativa.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto de mata-ratón tuvieron de un 17% a 23% más diámetro de tallo, con respecto a los otros tratamientos.

6.3.- Variables de rendimiento

Los resultados obtenidos respecto al rendimiento de las variables evaluadas, días a floración, días a fructación, número de flores, número de frutos, diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto, durante dos estaciones consecutivas del cultivo de tomate, para todos los tratamientos aplicados, fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), en las muestras de plantas al final de la cosecha 90 ddt (días después del trasplante), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

Días a floración del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 87).

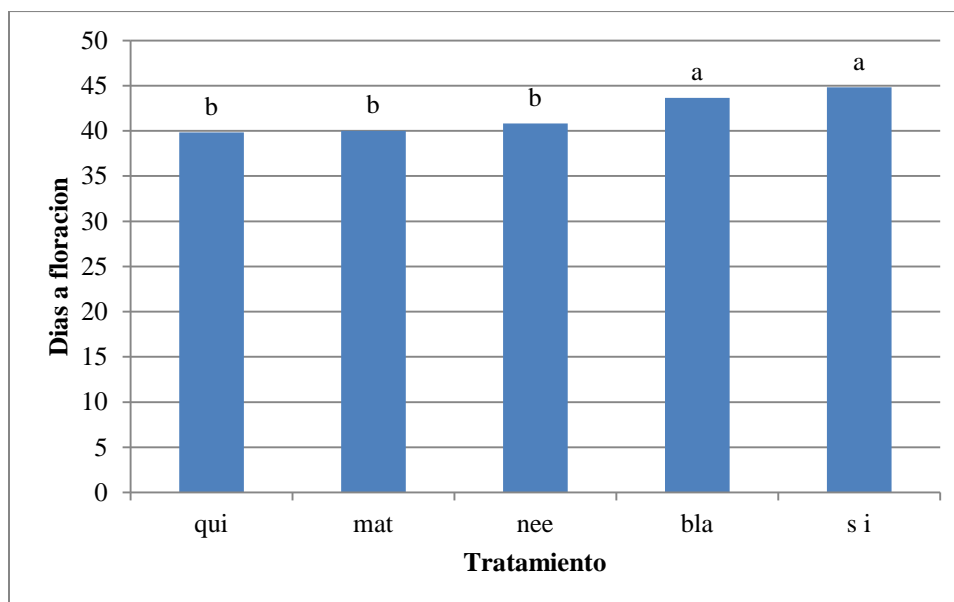


Figura 87. Análisis de varianza de la variable días a floración de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 87 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón y extracto de neem estadísticamente no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si mostraron diferencia significativa con las plantas que se trataron con el blanco (agua) y sin insectos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó extracto neem, extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) no mostraron variación en los días a floración. También se observó

que las plantas de tomate que fueron tratadas con el blanco (agua) y sin insectos tardaron más días para que se llevara a cabo la floración.

Días a floración del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 88).

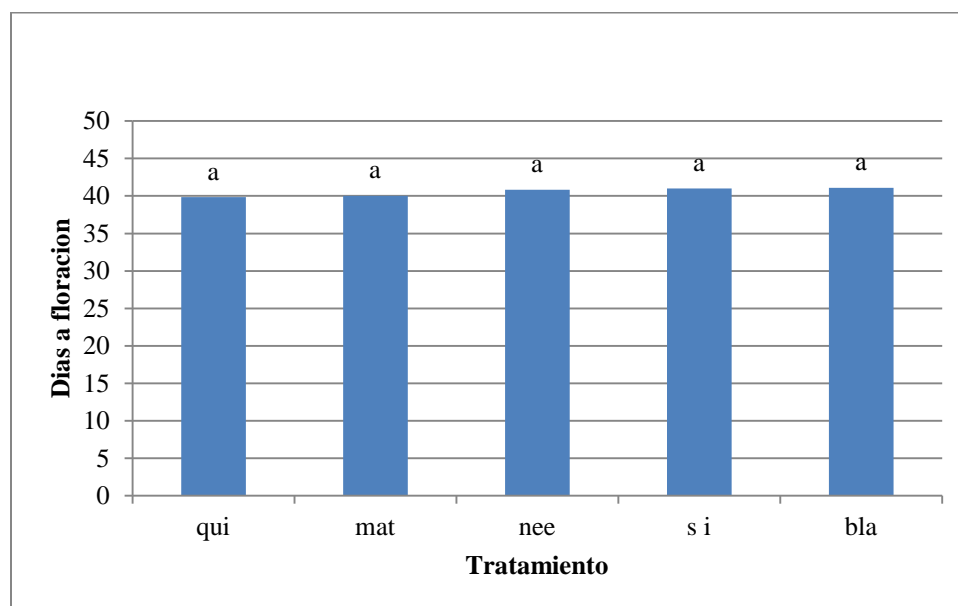


Figura 88. Análisis de varianza de la variable días a floración de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 88 de la medición de días a floración, demostró que las plantas a las que se les aplicaron los diferentes tratamientos, no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicaron los diferentes tratamientos no mostraron mucha variación en los días a floración.

Días a frutación del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 89).

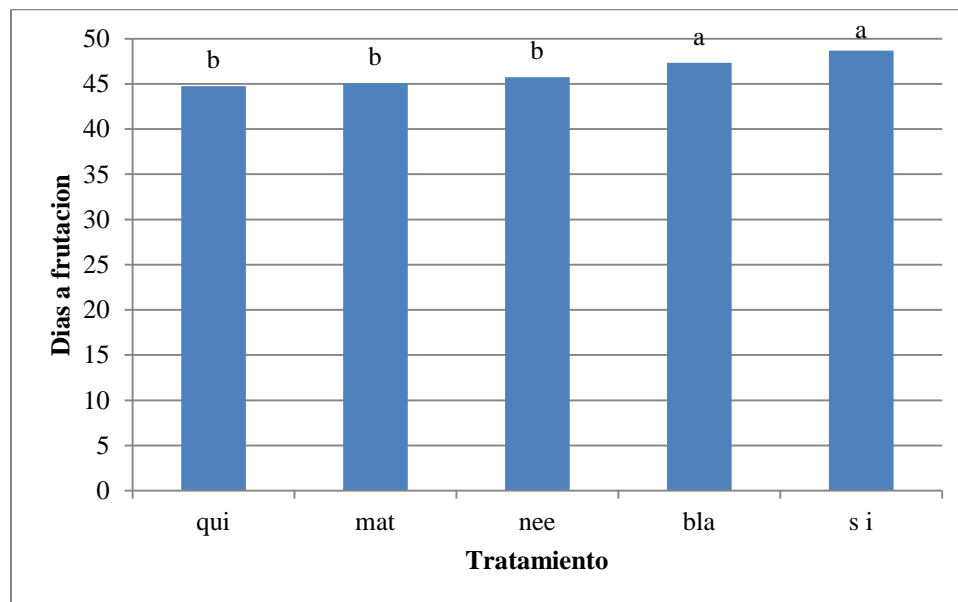


Figura 89. Análisis de varianza de la variable días a frutación de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 89 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón y extracto de neem estadísticamente no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí; sin embargo si mostraron diferencia significativa con las plantas que se trataron con el tratamiento blanco (agua) y sin insectos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto neem, el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) no mostraron mucha variación en los días a frutación. También se observó que las plantas de tomate que fueron tratadas con el blanco (agua) y sin insectos tardaron más días para que se llevara a cabo la frutación.

Días a frutación del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 90).

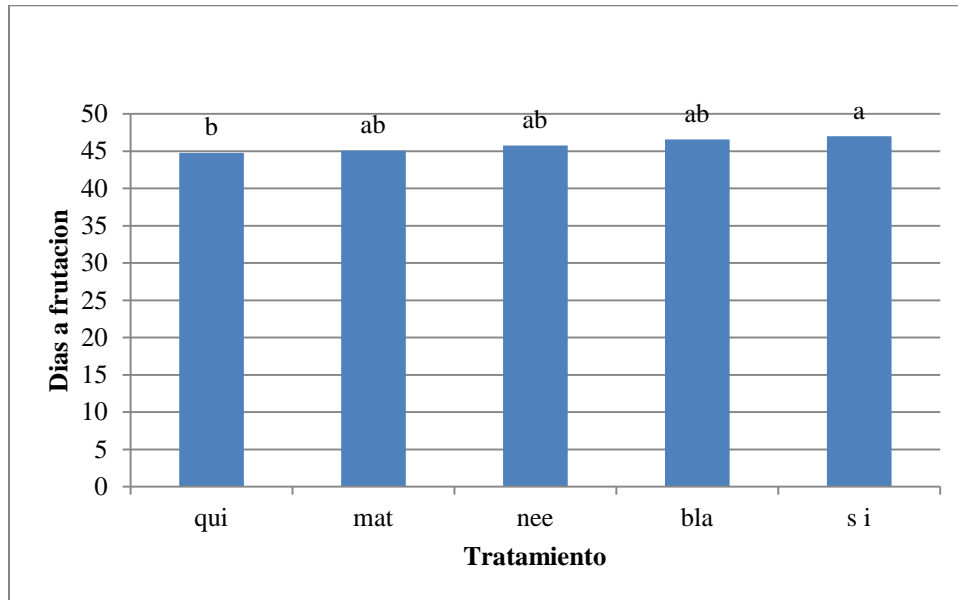


Figura 90. Análisis de varianza de la variable días a frutación de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 90 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), el extracto de mata-ratón, el extracto de neem y el blanco (agua) indican que estadísticamente no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas que se trataron con sin insectos.

Se observó que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentaron en promedio frutación a los 44 ddt (días después del trasplante) mientras que las plantas tratadas con sin insectos mostraron en promedio frutación a los 47 días ddt (días después del trasplante) obteniendo un 4.70% de aumento en los días a frutación.

Número de flores del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 91).

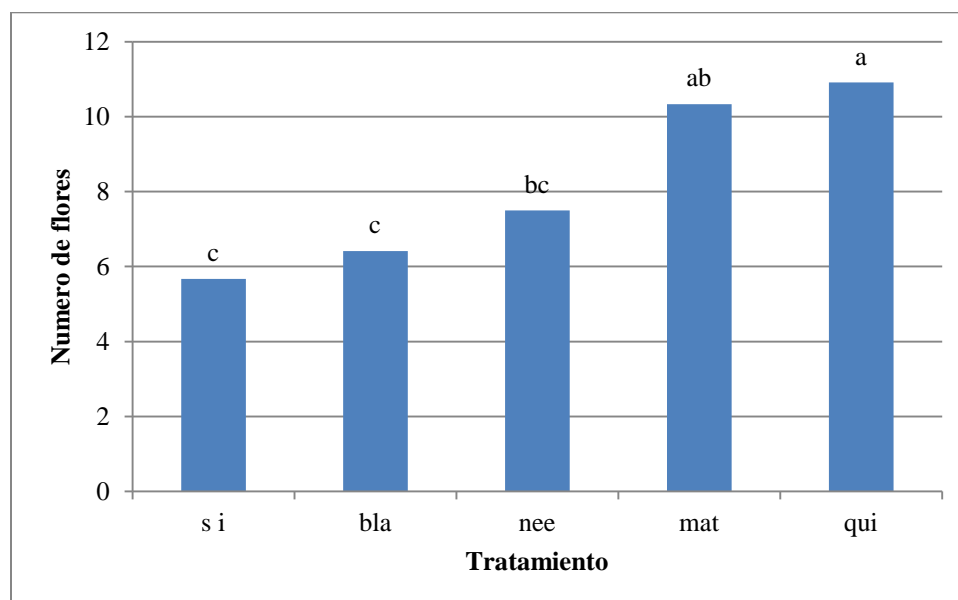


Figura 91. Análisis de varianza de la variable número de flores de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 91 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) y extracto de mata-ratón no presentaron diferencia significativa ($P<0.05$) entre éstos. Como tampoco se observó ninguna diferencia significativa entre sí, las plantas que se trataron con el extracto de neem en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de mata-ratón; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de neem, el blanco (agua) y sin insectos.

Se observó que las plantas a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®) presentaron un incremento del 31% a 48% en el número de flores con respecto a las plantas tratadas con el extracto de neem, el blanco (agua) y sin insectos donde se observaron una menor producción de flores.

Número de flores del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 92).

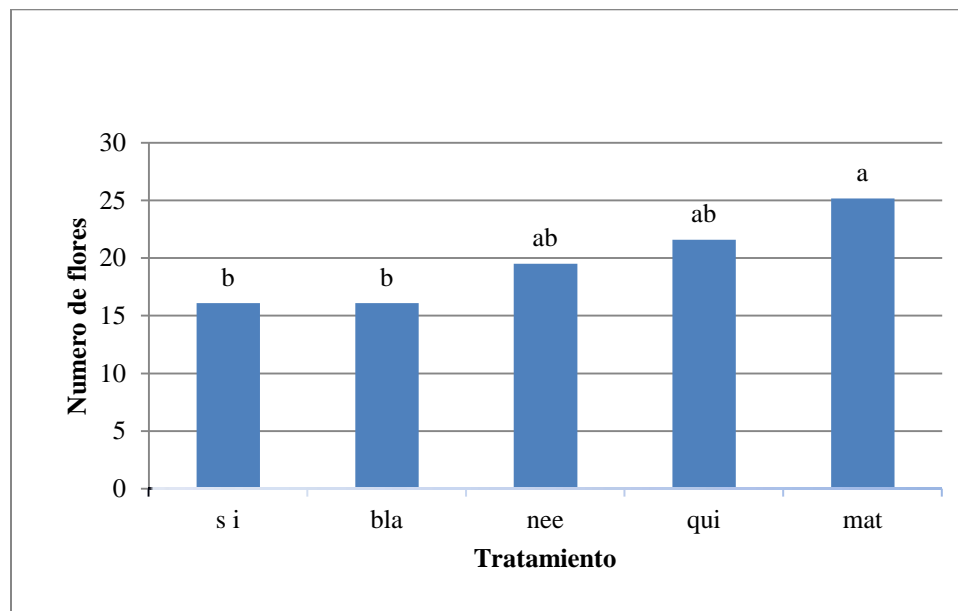


Figura 92. Análisis de varianza de la variable número de flores de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 92 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón, el agente químico (Thiodan®) y el extracto de neem no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el extracto de mata-ratón en comparación con las plantas que se trataron con el blanco (agua) y sin insectos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron un incremento del 36% en el número de flores con respecto a las plantas tratadas con el blanco (agua) y sin insectos donde se observaron una menor producción de flores.

Número de frutos del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 93).

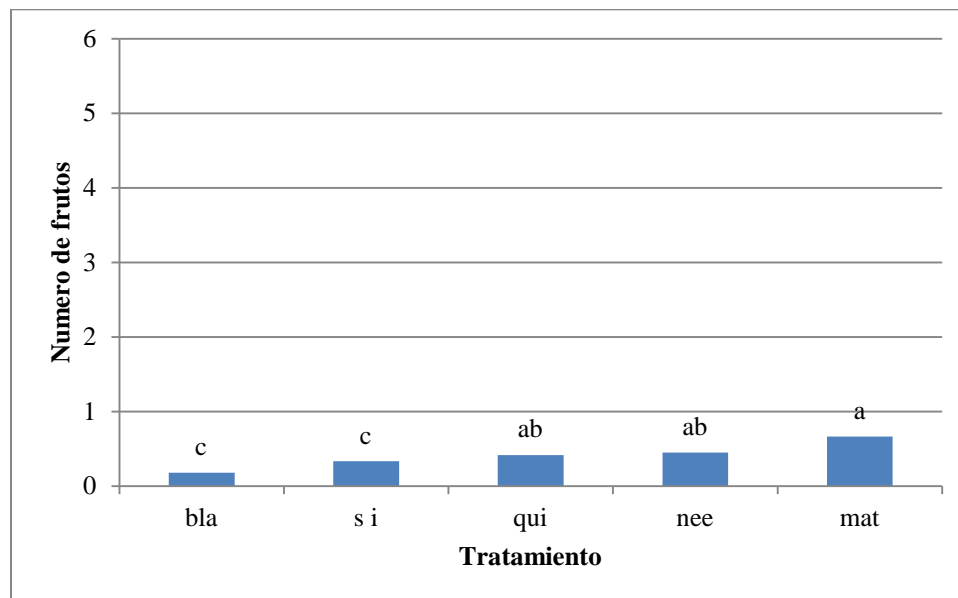


Figura 93. Análisis de varianza de la variable número de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 93 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón, el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si mostraron diferencia significativa con las plantas que se trataron con el blanco (agua) y sin insectos.

Aunque estadísticamente no mostraron ninguna diferencia significativa entre los tratamientos extracto de mata-raton, extracto de neem y el agente químico (Thiodan®), si se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron de un 32.5% más en frutos que las plantas tratadas con extracto de neem y 37.5% más que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®).

Las plantas que se trataron con el blanco (agua) y sin insecto presentaron un decremento del 35% al 73% con respecto a los tratamientos agente químico (Thiodan®), extracto de neem y extracto de mata-ratón.

Número de frutos del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 94).

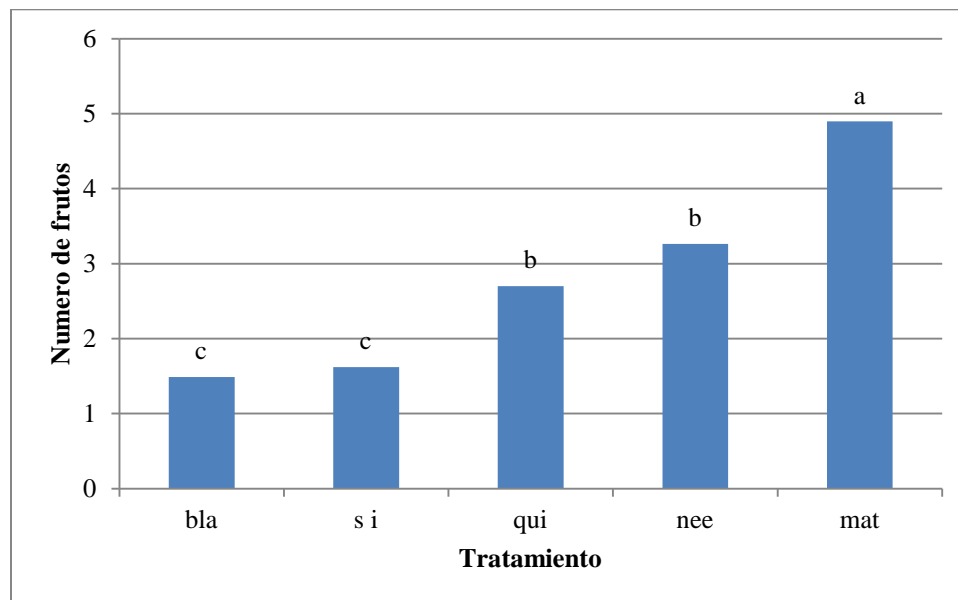


Figura 94. Análisis de varianza de la variable número de frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 94 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que se les aplicó extractos de neem, agente químico (Thiodan®), sin insectos y el blanco (agua), donde también se observó que las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico presentaron diferencia significativa con las plantas tratadas con el blanco (blanco) y sin insectos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 33% más de frutos que las plantas tratadas con el extracto de neem, un 44.8% más que las tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 66.9% más que las tratadas con sin insecto y un 69.5% más que las tratadas con el blanco (agua).

Peso del fruto del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 95).

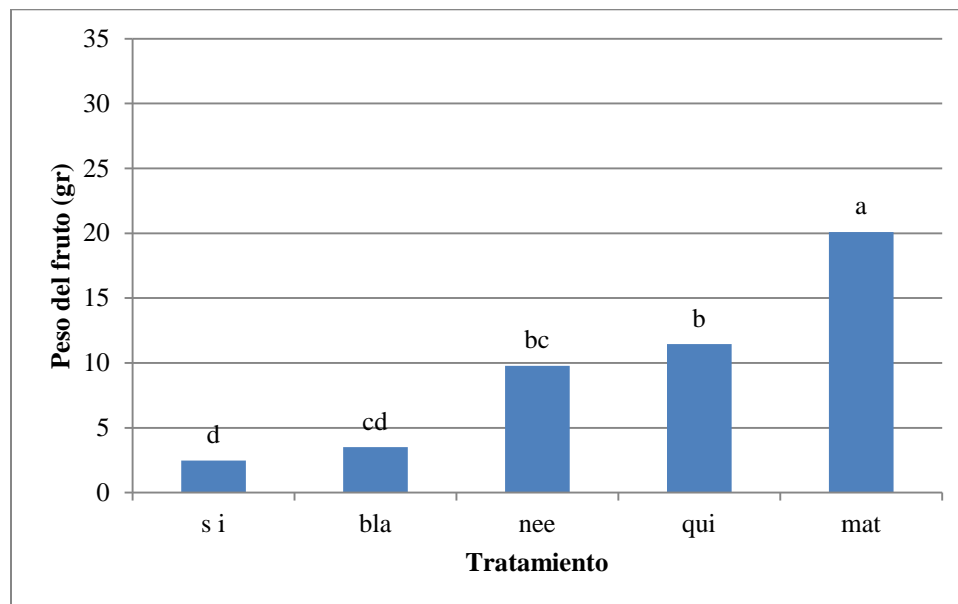


Figura 95. Análisis de varianza de la variable peso del fruto de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 95 muestra que las plantas de tomate que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem, el blanco (agua), y sin insectos, donde también se observó que las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencia significativa entre éstos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 43.0% más peso en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 51.3% más que las tratadas con el extracto de neem, un 82.5% más que las tratadas con el blanco (agua), y un 87.6% más que las tratadas con sin insecto.

Peso del fruto del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 96).

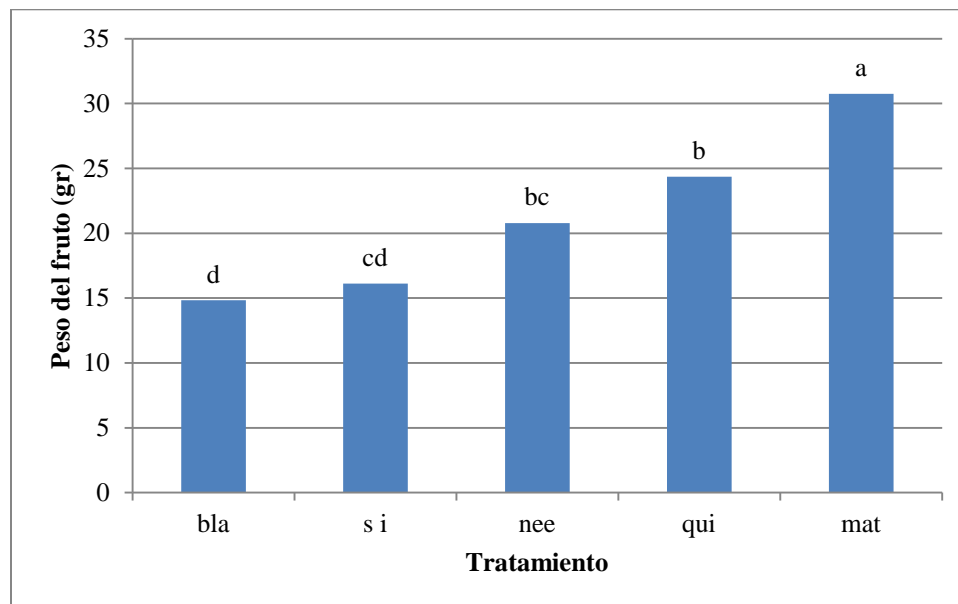


Figura 96. Análisis de varianza de la variable peso del fruto de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 96 muestra que las plantas de tomate que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem, sin insectos y el blanco (agua), donde también se observó que las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencia significativa entre éstos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 20.7% más peso en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 32.4% más que las tratadas con el extracto de neem, un 47.5% más que las tratadas con sin insecto y un 51.7% más que las tratadas con el

Longitud del fruto del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 97).

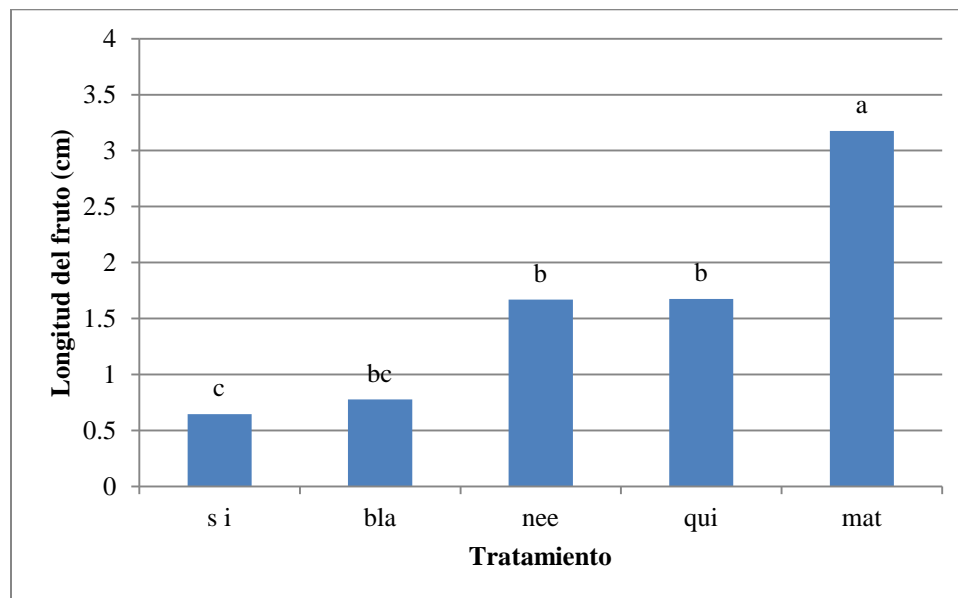


Figura 97. Análisis de varianza de la variable longitud de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 97 muestra que las plantas de tomate que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem, el blanco (agua), y sin insectos, donde también se observó que las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencia significativa entre éstos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 47.2% más de longitud en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 47.4% más que las tratadas con el extracto de neem, un 75.5% más que las tratadas con el blanco (agua), y un 79.6% más que las tratadas con sin insecto.

Longitud del fruto del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 98).

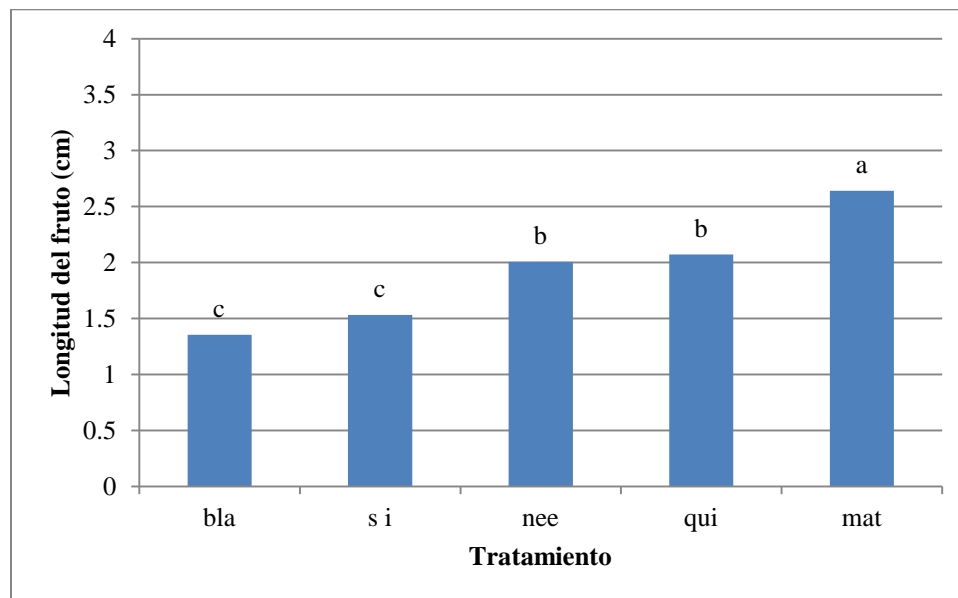


Figura 98. Análisis de varianza de la variable longitud de frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 98 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem, sin insectos y el blanco (agua), donde también se observó que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) y el extracto de neem presentaron diferencia significativa con las plantas tratadas con sin insectos y el blanco (blanco).

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 21.5% más de longitud en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 23.9% más que las tratadas con el extracto de neem, un 41.9% más que las tratadas con sin insecto, y un 48.7% más que las tratadas con el blanco (agua).

Diámetro de frutos del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del segundo experimento (figura 99).

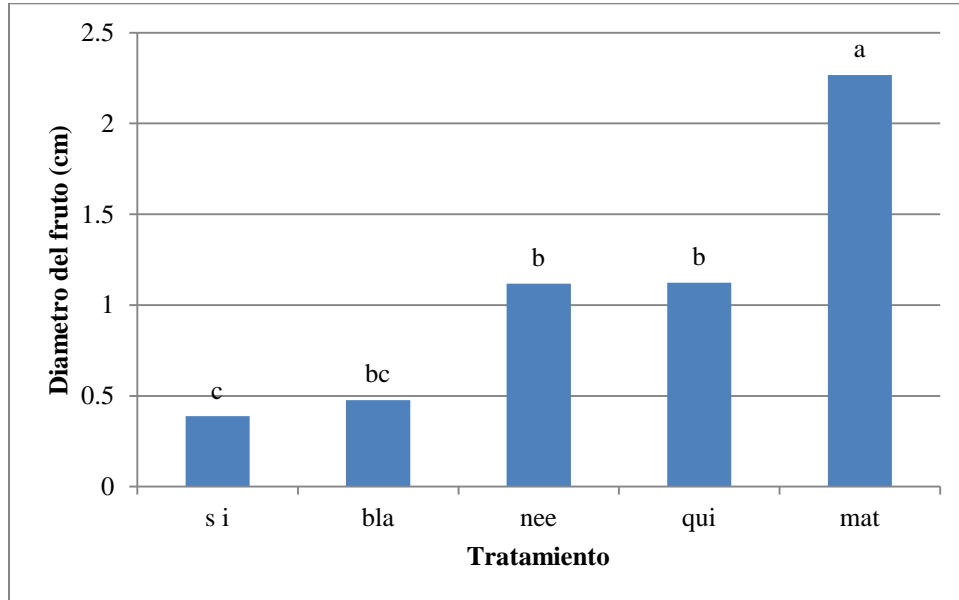


Figura 99. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 99 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), extractos de neem, el blanco (agua), y sin insectos, donde también se observó que las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) tampoco presentaron diferencia significativa entre éstos.

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 50.4% más de diámetro en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 50.6% más que las tratadas con el extracto de neem, un 78.9% más que las tratadas con el blanco (agua), y un 82.6% más que las tratadas con sin insecto.

Diámetro de frutos del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, del tercer experimento (figura 100).

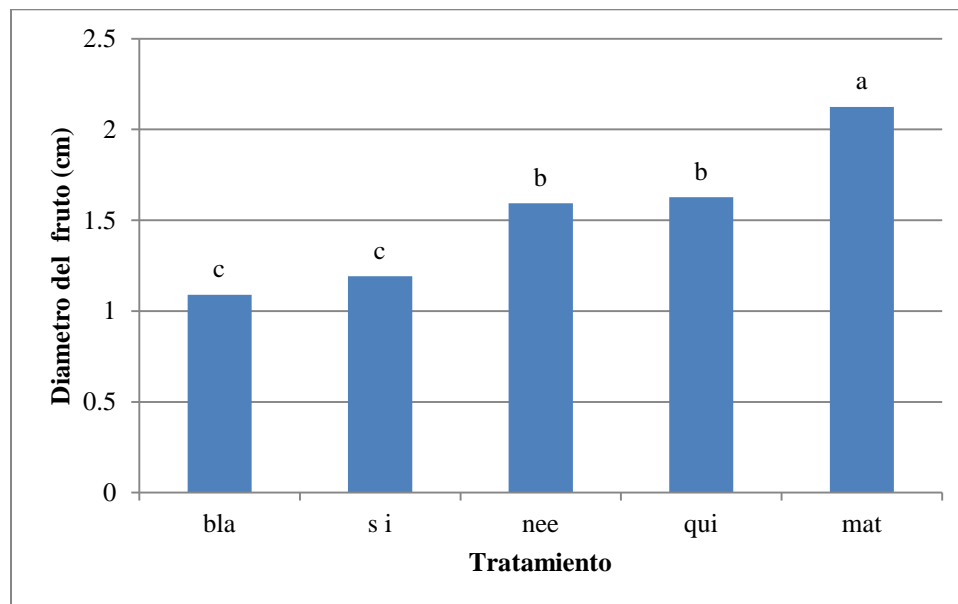


Figura 100. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 100 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron una diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que se les aplicó extractos de neem, agente químico (Thiodan®), sin insectos y el blanco (agua), donde también se observó que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) y el extracto de neem presentaron diferencia significativa con las plantas tratadas con sin insectos y el blanco (blanco).

Se observó que las plantas de tomate a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron un 23.4% más de diámetro en los frutos que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), un 24.9% más que las tratadas con el extracto de neem, un 43.8% más que las tratadas con sin insecto, y un 48.6% más que las tratadas con el blanco (agua).

6.4 Variable del análisis Bromatológico

A) Análisis bromatológico del follaje de las plantas de tomate

Los resultados obtenidos, respecto al análisis bromatológico del follaje de las plantas de tomate, durante dos estaciones consecutivas del cultivo, para todos los tratamientos aplicados, fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), en las muestras de plantas al final de la cosecha 90 ddt (días después del trasplante), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

Determinación de azúcares en los follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 101).

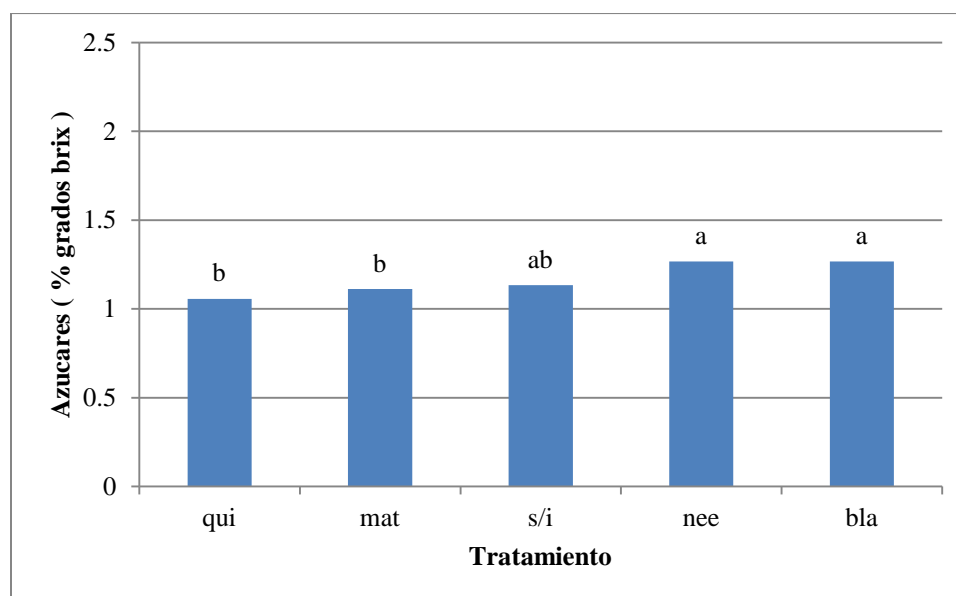


Figura 101. Análisis de varianza para azúcares en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 101 en el contenido de azúcares en el follaje de tomate muestra que las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem y el blanco (agua) no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí, pero sí se encontraron diferencias significativas con las plantas que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®), donde al igual que las plantas tratadas con sin insectos no se encontraron diferencias significativas en cada uno de los tratamientos.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad de azúcares presentes en las plantas que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) se observó una reducción del 12.2% y 16.6% correspondientemente, con respecto a la cantidad de azúcares de las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem.

Determinación de azúcares en los follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 102).

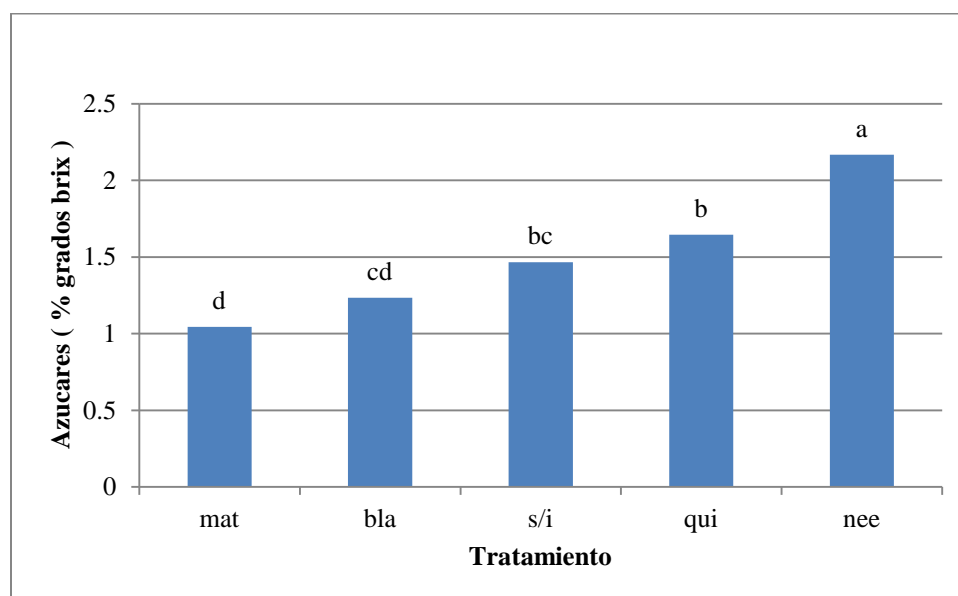


Figura 102. Análisis de varianza para azúcares en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 102 en el contenido de azúcares en el follaje de tomate muestra que las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) con las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®), sin insectos, blanco (agua) y extracto de mata-ratón, donde al igual que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con el blanco (agua) y extracto de mata-ratón.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad de azúcares presentes en las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®) y el extracto de mata-ratón se observó una reducción del 24% y 51.7% correspondientemente, con respecto a la cantidad de azúcares de las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem.

Determinación de b-caroteno en los follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 103).

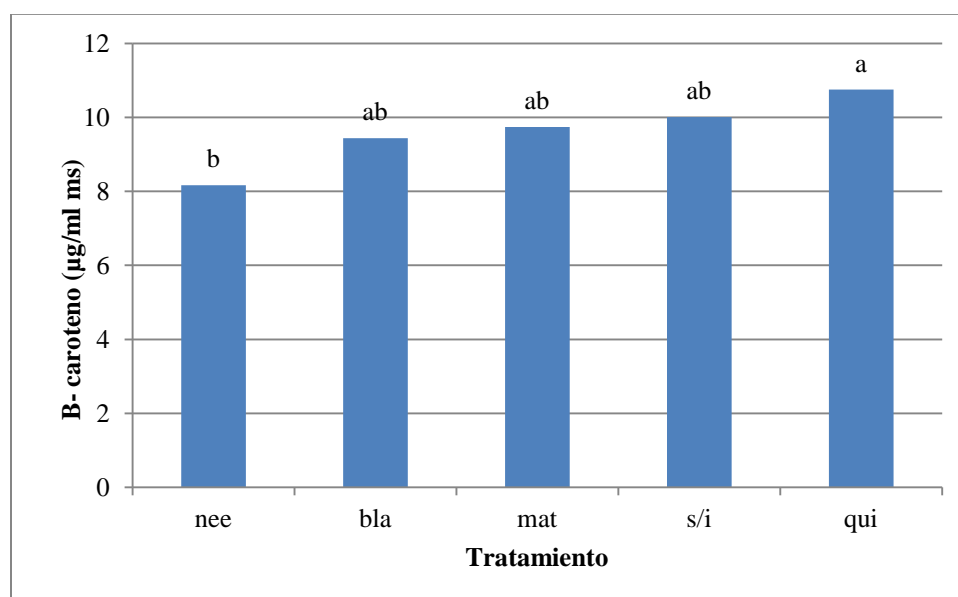


Figura 103. Análisis de varianza para b-caroteno en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 103 muestra que las plantas de tomate a las que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), sin insectos, el extracto de mata-ratón, y el blanco (agua) indican que estadísticamente no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éstos; sin embargo si se encontró diferencia significativa en las plantas que se trataron con el agente químico (Thiodan®) en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de neem.

Se observaron que las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentaron de un 24% más de b-caroteno que las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem.

Determinación de b-caroteno en los follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 104).

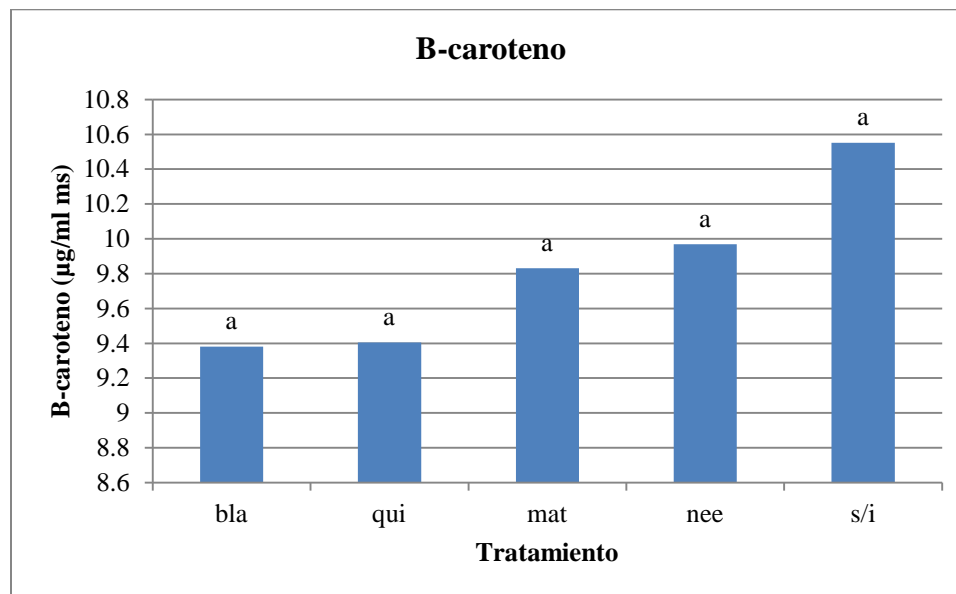


Figura 104. Análisis de varianza para b-caroteno en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 104 muestra que las plantas de tomate que se les aplicó los diferentes tratamientos, extracto de neem, extracto de mata-ratón, agente químico (Thiodan®), sin insectos y el blanco (agua) no mostraron diferencia significativa ($P<0.05$) entre cada uno de éstos.

Aunque estadísticamente no presentaron diferencia significativa entre ellos, se observó que las plantas de tomate que fueron tratados con sin insectos mostraron ligeramente un aumento de b-caroteno entre el 5% a 11% con respecto a los otros tratamientos.

Determinación de cenizas en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 105).

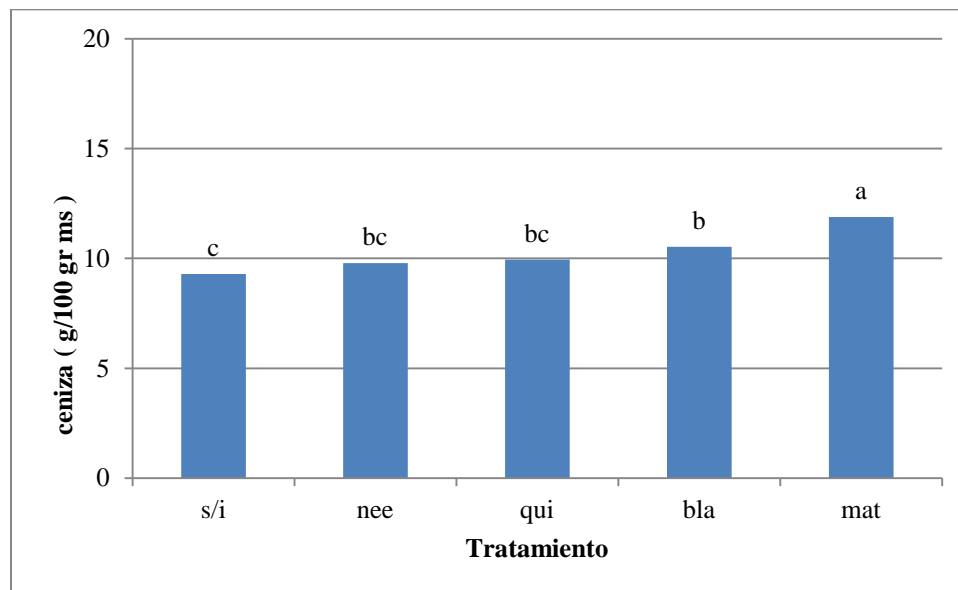


Figura 105. Análisis de varianza para cenizas en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 105 en el contenido de cenizas en el follaje de las plantas de tomate, muestra que a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) con las plantas que se les aplicó el agente químico (Thiodan®), sin insectos, blanco (bla) y extracto de neem. También se observó que a las plantas de tomate que fueron tratadas con extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no mostraron ninguna diferencia significativa entre éstos.

Se observaron que las plantas que fueron tratadas con el extracto de mata-ratón presentaron de un 17.7% más de cenizas que las plantas que fueron tratadas con el extracto de neem y 16.3% más de cenizas que las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®).

Determinación de cenizas en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 106).

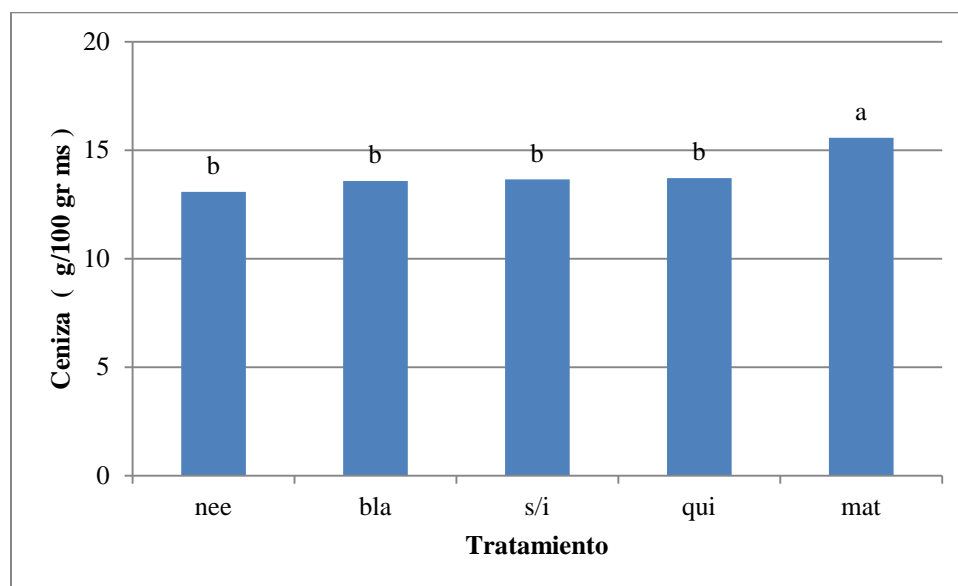


Figura 106. Análisis de varianza para cenizas en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 106 en el contenido de cenizas en el follaje de las plantas de tomate muestra que a las que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron una diferencia significativa ($P<0.05$) con los demás tratamientos, químico convencional (qui), sin insectos (si), blanco (bla), extracto de neem (nee), donde estos no tuvieron diferencia significativa entre ellos.

Se observó que a las plantas de tomate que se les aplicó el extracto de mata-ratón tuvieron de un 11% a 15% más de ceniza en sus follajes, con respecto a los demás tratamientos.

Determinación de fibra en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 107).

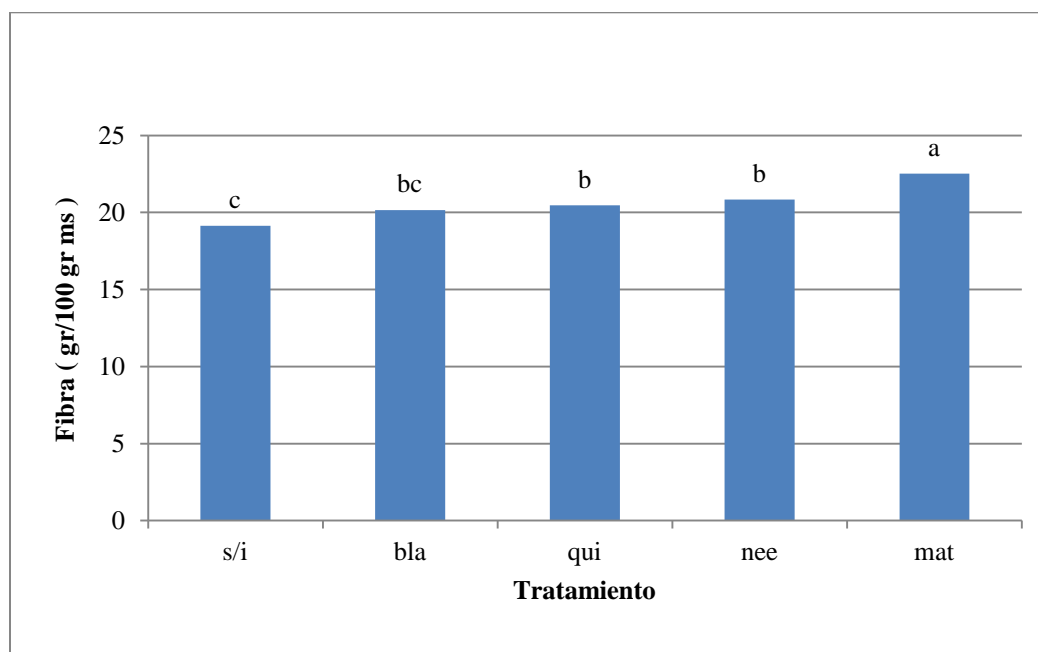


Figura 107. Análisis de varianza para fibras en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 107 en el contenido de fibras del follaje de tomate muestra que las plantas tratadas con extracto de mata-ratón fueron significativamente ($P < 0.05$) diferentes a los demás tratamientos; sin embargo las plantas tratadas con el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el blanco no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si, pero a la vez si tuvieron diferencias significativas a los otros tratamientos.

En la determinación de fibras en el follaje de tomate se observaron que las plantas que fueron tratados con sin insectos y el blanco (agua), tuvieron una ligera reducción en la cantidad de fibras del 15.04% y 10.52% con respecto al follaje de las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón donde se obtuvo el mayor porcentaje de fibras.

Determinación de fibra en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 108).

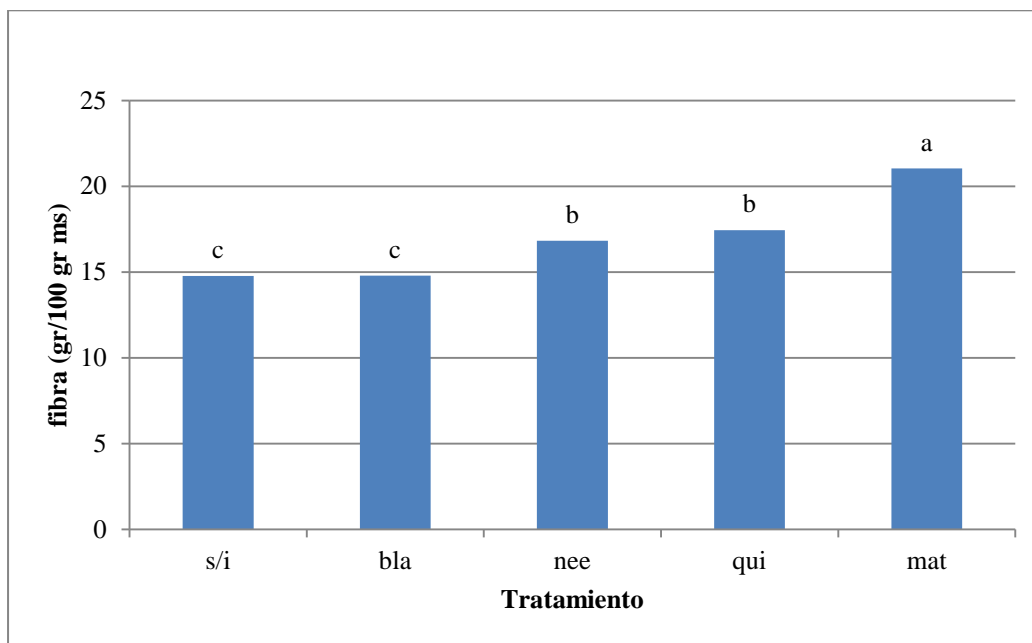


Figura 108. Análisis de varianza para fibras en follaje de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 108 en el contenido de fibras del follaje de tomate muestra que las plantas tratadas con extracto de mata-ratón fueron significativamente ($P < 0.05$) diferentes a los demás tratamientos; sin embargo, las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si, pero a la vez si tuvieron diferencias significativas a los otros tratamientos.

En la determinación de fibras en el follaje de tomate se observaron que las plantas que fueron tratados con sin insectos y el blanco (agua), tuvieron una ligera reducción en la cantidad de fibras del 29.81% y 29.71% con respecto al follaje de las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón donde se obtuvo el mayor porcentaje de fibras.

Determinación de grasas en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), testigo blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 109).

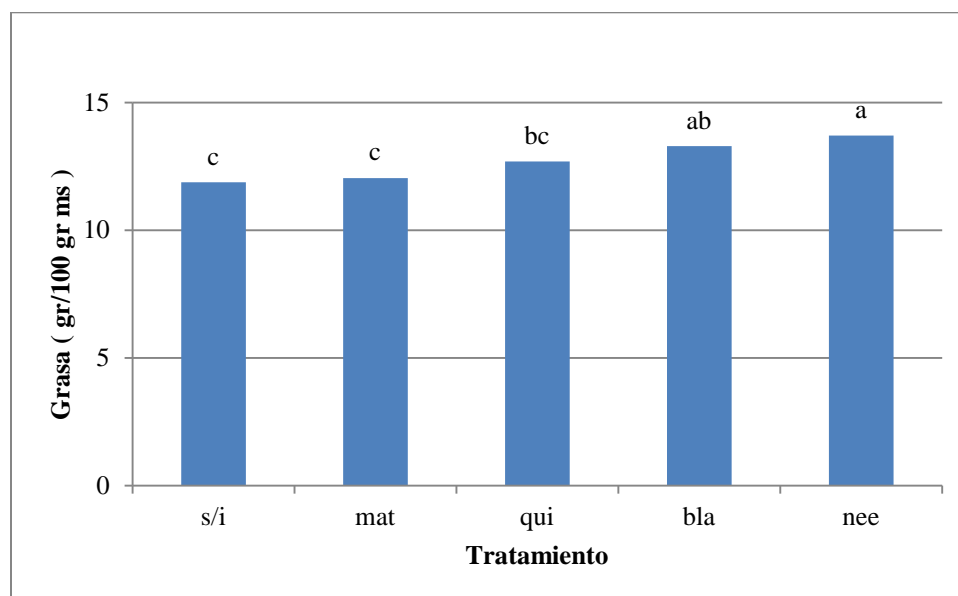


Figura 109. Análisis de varianza para grasas en follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 109 del contenido de grasa del follaje del tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, el agente químico (Thiodan®) y sin insectos no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ellos, pero sí mostraron diferencias con respecto a las plantas tratadas con el extracto de neem y las plantas tratadas con el blanco (agua).

Sin embargo en la producción de grasas, las plantas a las que se les aplicó los tratamientos sin insecto y extracto de mata-ratón tuvieron una reducción en la cantidad de grasas del 13.36%, 12.14%, con respecto a las plantas tratadas con el extracto de neem.

Determinación de grasas en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 110).

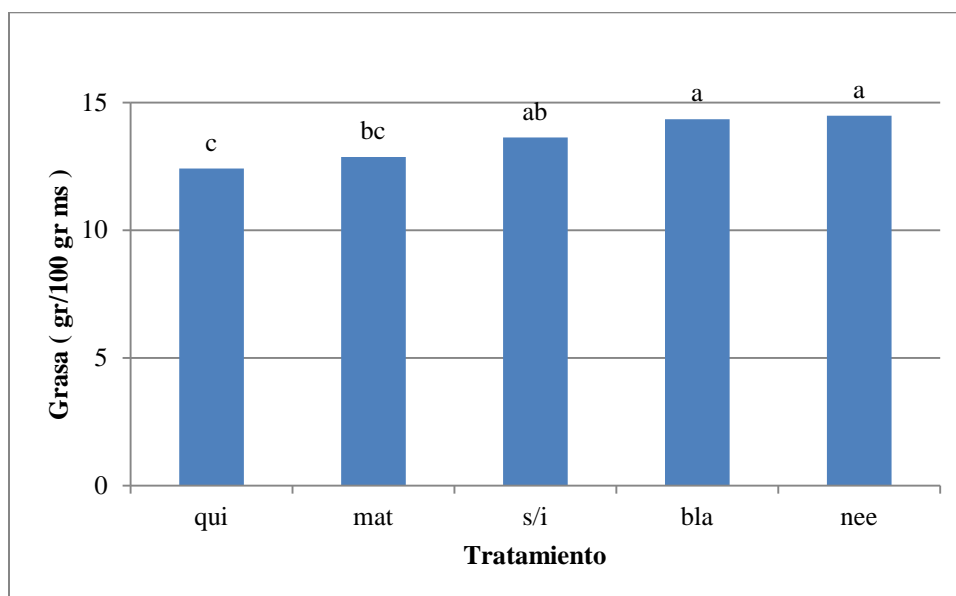


Figura 110. Análisis de varianza para grasas en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 110 del contenido de grasas del follaje del tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de neem, y el blanco (agua) presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) sobre las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®); sin embargo las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si.

Sin embargo en la producción de grasas, las plantas a las que se les aplicó los tratamientos agente químico (Thiodan®) y extracto de mata-ratón tuvieron una reducción en la cantidad de grasas del 14.29%, 11.14%, con respecto a las plantas tratadas con el extracto de neem y el blanco (agua).

Determinación de nitrógeno total en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 111).

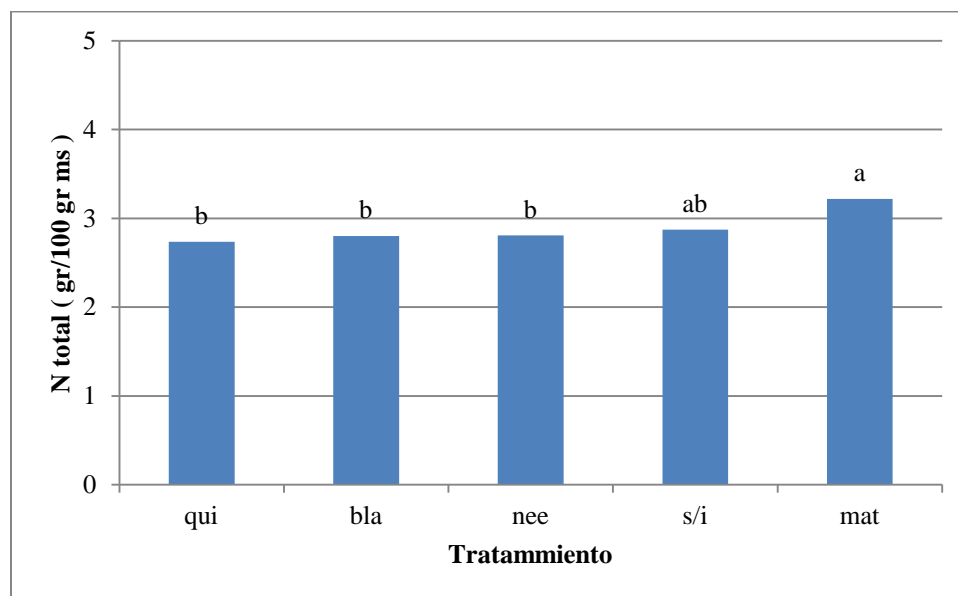


Figura 111. Análisis de varianza para nitrógeno total en follaje de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 111 del contenido de nitrógeno total del follaje de tomate muestra que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), blanco (agua), extracto de neem y sin insecto no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si, sin embargo si mostraron diferencia significativa con las plantas tratadas con el extracto de mata-raton.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentaron un incremento entre un 10.00% a 15.00% más de nitrógeno total con respecto a los demás tratamientos.

Determinación de nitrógeno total en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 112).

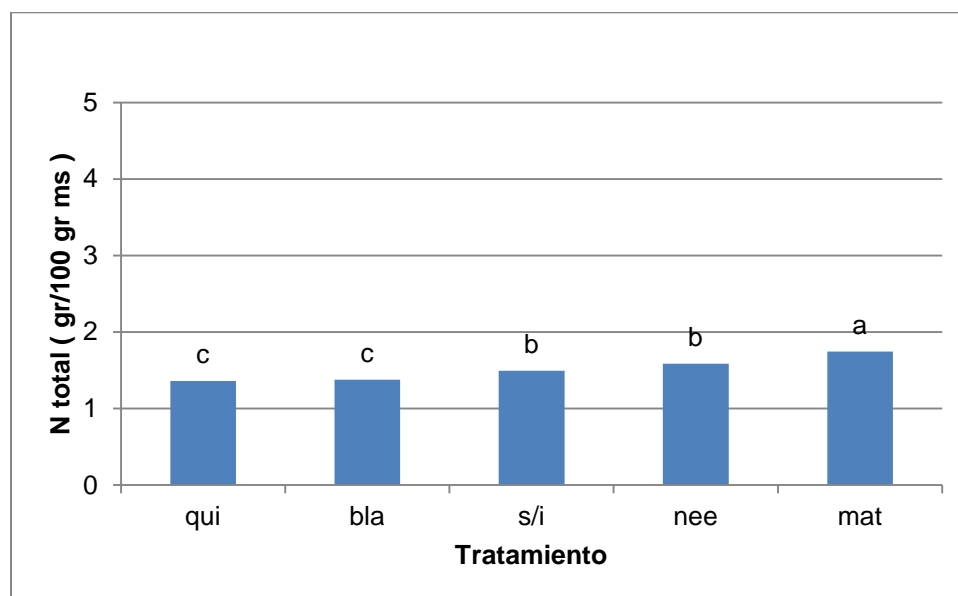


Figura 112. Análisis de varianza para nitrógeno total en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 112 del contenido de nitrógeno total del follaje de tomate demostró que las plantas tratadas con extracto de mata-ratón fueron significativamente ($P < 0.05$) diferentes a los demás tratamientos; sin embargo las plantas tratadas con el extracto de neem y sin insectos no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si, al igual que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) entre el blanco (blanco), pero a la vez si tuvieron diferencias significativas a los otros tratamientos.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentaron un incremento entre un 9.09% a 21.92% más de nitrógeno total con respecto a los demás tratamientos.

Determinación de pH en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin insectos, en el segundo experimento (figura 113).

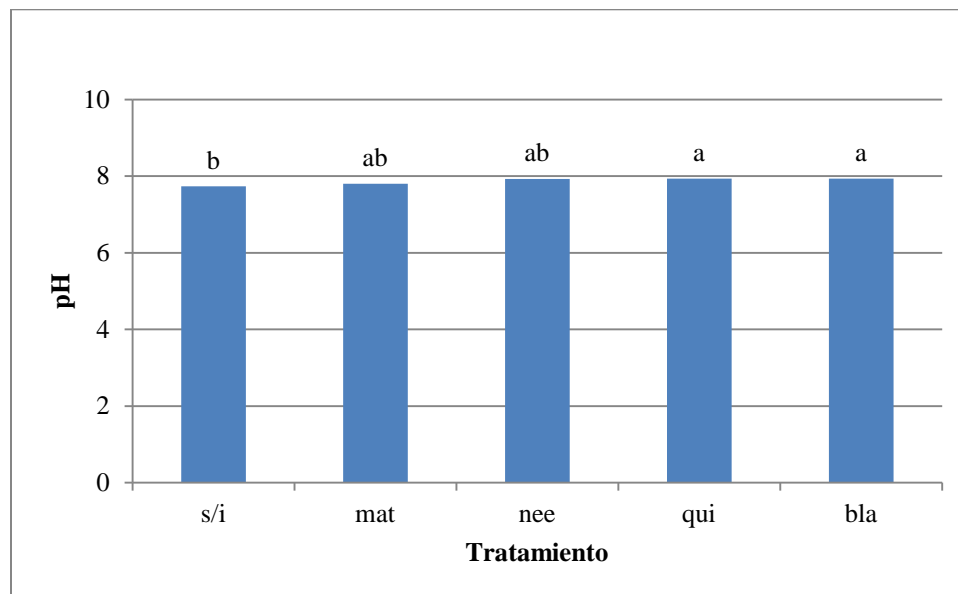


Figura 113. Análisis de varianza para pH en follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 113 del contenido de pH del follaje de las plantas de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua), agente químico (Thiodan®), extracto de neem y de mata-ratón, no presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre si, pero si se encontraron diferencias significativas en las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), blanco (agua), con respecto las plantas sin insecto.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad del pH presentes en las plantas con los tratamientos sin insectos se observo una reducción del 2.51%, con respecto a la cantidad de pH de las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) y blanco (agua).

Determinación de pH en follajes en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 114).

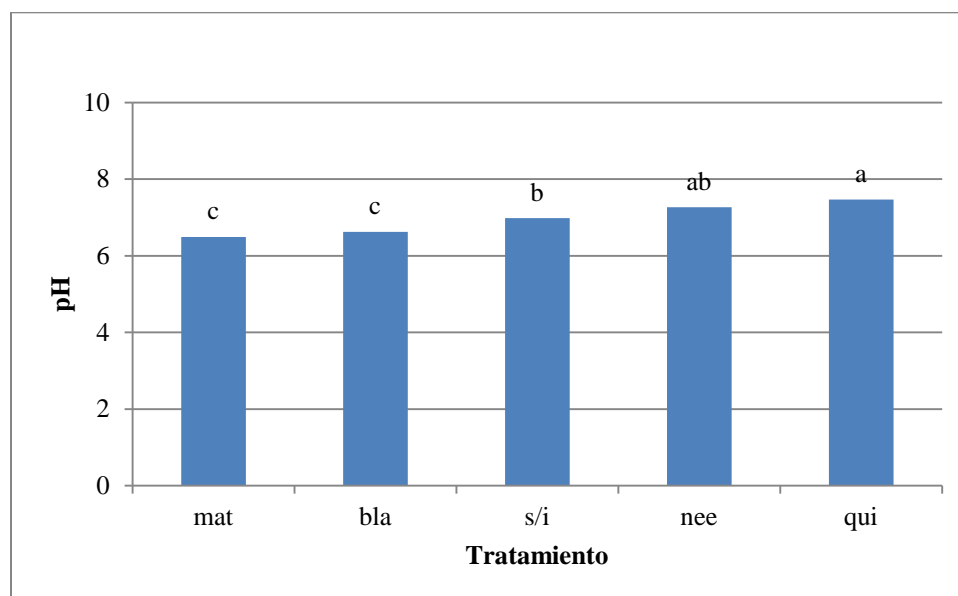


Figura 114. Análisis de varianza para pH en follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 114 del contenido de pH del follaje de las plantas de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-raton y blanco (agua) no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si, pero si se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), extracto de neem y sin insectos.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad del pH presentes en las plantas con los tratamientos extracto de mata-raton y blanco (agua), se observo una reducción del 13.17%, 11.30% con respecto a la cantidad de pH de las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®).

B) Análisis Bromatológico de Fruto

Los resultados obtenidos respecto al análisis bromatológico de los frutos de las plantas de tomate durante dos estaciones consecutivas del cultivo para todos los tratamientos aplicados, fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), en las muestras de los frutos al final de la cosecha 90 ddt (días después del trasplante), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

Determinación de acidez en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 115).

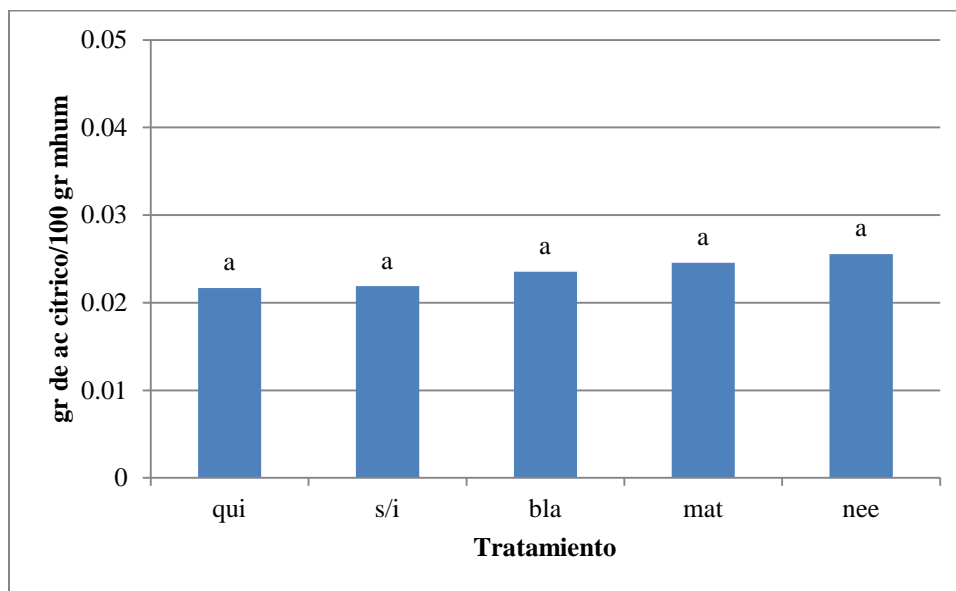


Figura 115. Análisis de varianza para acidez en frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 115 del contenido de acidez en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, extracto de neem, el agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin insecto no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en cada uno de los tratamientos analizados.

Aunque estadísticamente no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, sin embargo, las plantas tratadas con el agente químico y sin insecto tuvieron una reducción en un 15.21% ,14.34% de acidez en los frutos de tomate con respecto a los frutos de las plantas tratadas con el extracto de neem en donde se obtuvieron el mayor porcentaje de acidez en el fruto de tomate.

Determinación de acidez en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 116).

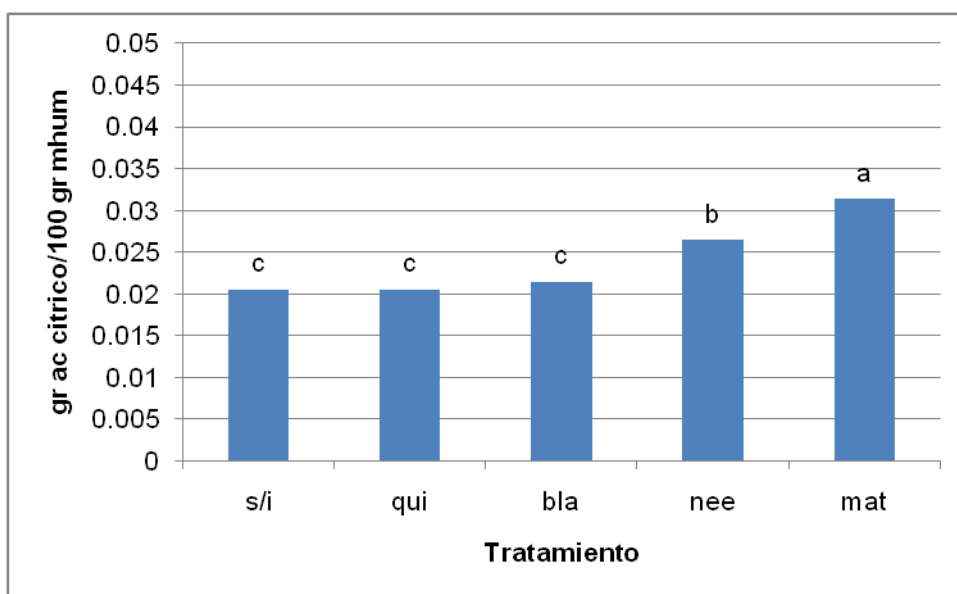


Figura 116. Análisis de varianza para acidez en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 116 del contenido de acidez en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) sobre los frutos de las plantas tratadas con el extracto de neem, blanco (agua), agente químico (Thiodan®) y sin insecto; sin embargo los frutos de las plantas tratadas con el blanco (agua), agente químico (Thiodan®) y sin insecto no presentaron diferencias significativas entre si, pero a la vez si tuvieron diferencias significativas a los otros tratamientos.

En la determinación de acidez en los frutos de tomate demostró que los frutos de las plantas tratadas con sin insecto, agente químico (Thiodan®) y blanco (agua) tuvieron una reducción en la cantidad de acidez del 34.39%, 34.39% y 31.56% con respecto a los frutos de las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón donde se obtuvo el mayor porcentaje de acidez.

Determinación de azúcares en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin insectos, en el segundo experimento (fig.117).

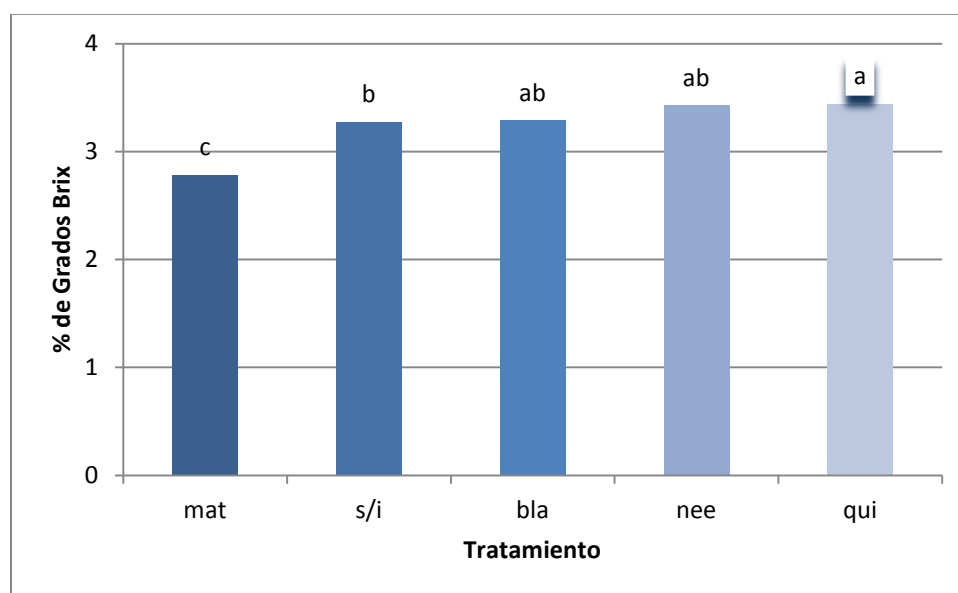


Figura 117. Análisis de varianza para azúcares en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 117 del contenido de azúcares en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a los frutos de las plantas tratadas con sin insecto y extracto de mata-ratón. Sin embargo las plantas con los tratamientos blanco (agua) y extracto de neem, no mostraron diferencia significativa entre si.

Las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentó un incremento del 19.08% más de azúcares, con respecto a las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón.

Determinación de azúcares en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 118).

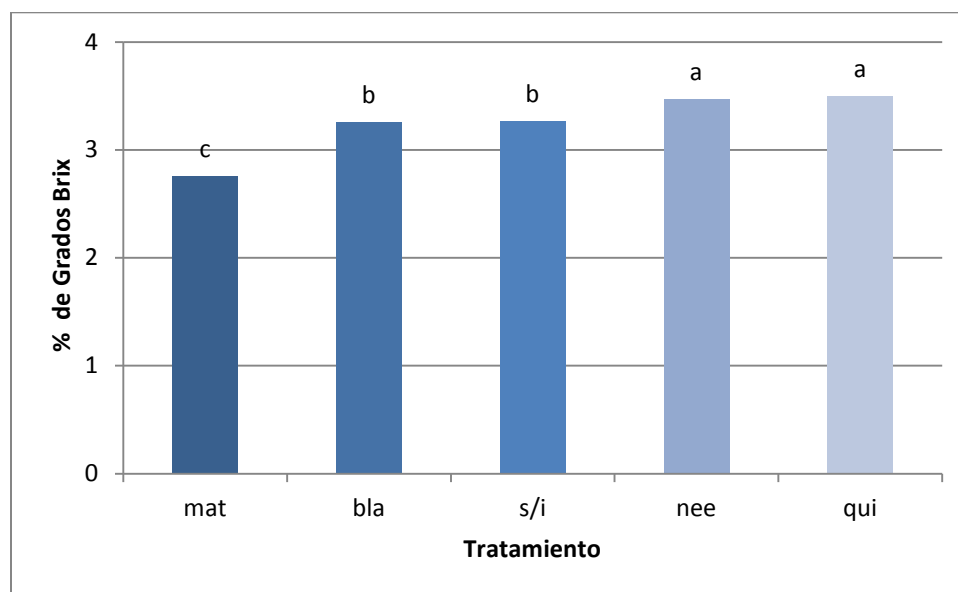


Figura 118. Análisis de varianza para azúcares en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 118 del contenido de azúcares en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) sobre los frutos de las plantas tratadas con el blanco (agua), sin insecto, el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®). Sin embargo las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) y los extractos de neem no presentaron diferencia significativa entre si, al igual que las plantas con los tratamientos blanco (agua) y sin insecto.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó un decremento del 21.26% en cuanto a la cantidad de azúcares encontrada en los frutos de tomate, con respecto a las plantas tratadas con el extracto de neem y el agente químico (Thiodan®).

Determinación de b-caroteno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 119).

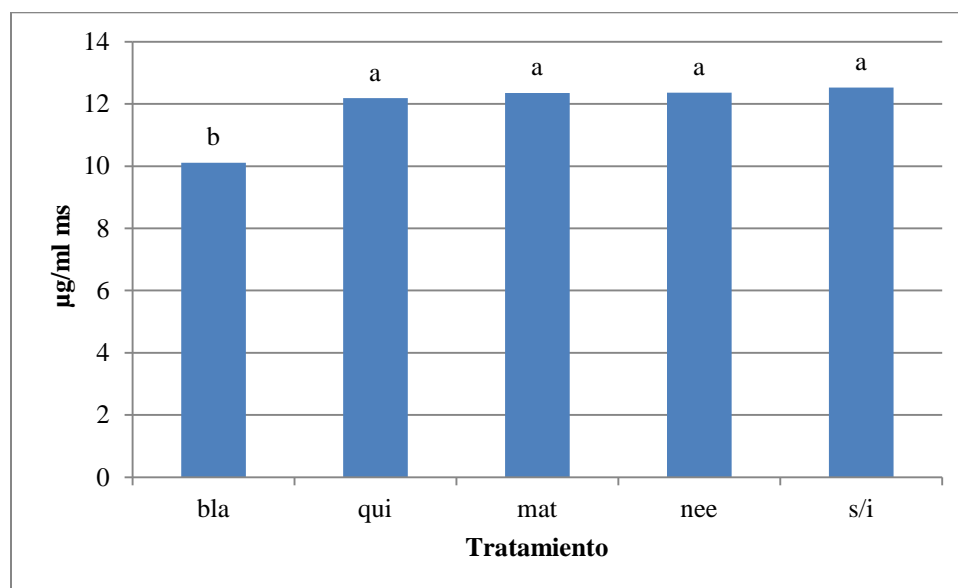


Figura 119. Análisis de varianza para beta-caroteno en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 119 del contenido de beta-caroteno en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua) presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) con los frutos de las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón, extracto de neem, y sin insecto, pero estos tratamientos no presentaron diferencia significativa entre sí.

En las plantas tratadas con el blanco (agua) presentó un decremento entre el 19.0% y 17.0% en cuanto a la cantidad de b-caroteno encontrada en los frutos, con respecto a las plantas tratadas con los demás tratamientos, el agente químico (Thiodan®), el extracto de mata-ratón, el extracto de neem y sin insectos.

Determinación de b-caroteno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 120).

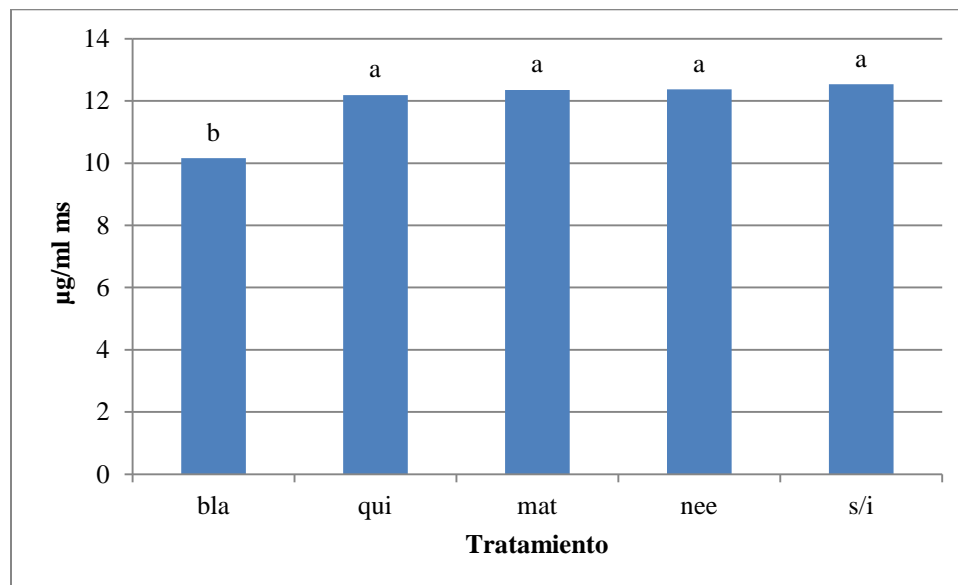


Figura 120. Análisis de varianza para beta-caroteno en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 120 del contenido de beta-caroteno en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua) presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) con los frutos de las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), extracto de mata-ratón, extracto de neem, y sin insecto, pero estos tratamientos no presentaron diferencia significativa entre sí.

En las plantas tratadas con el blanco (agua) presentó un decremento entre el 18.0% y 16.0% en cuanto a la cantidad de b-caroteno encontrada en los frutos, con respecto a las plantas tratadas con los demás tratamientos, el agente químico (Thiodan®), el extracto de mata-raton, el extracto de neem y sin insectos.

Determinación de cenizas en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 121).

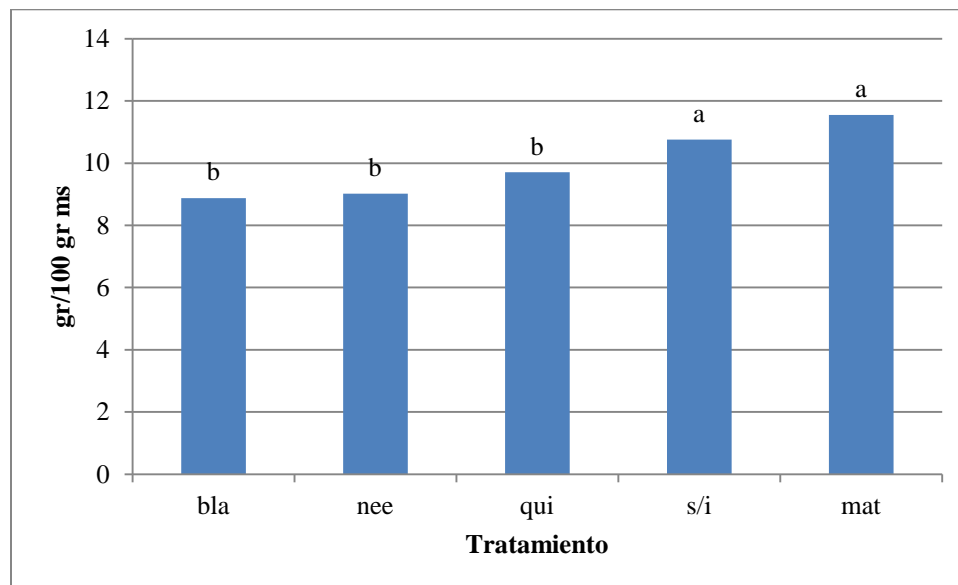


Figura 121. Análisis de varianza para ceniza en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 121 del contenido de ceniza en los frutos de de tomate muestra que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), extracto de neem y blanco (agua) no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre si, pero si se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con sin insecto y extracto de mata-ratón.

Sin embargo en la producción de cenizas, las plantas a las que se les aplicó los tratamientos blanco (agua), extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) tuvieron una reducción en la cantidad de cenizas del 23.12%, 21.92%, 15.95% con respecto a las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón en donde se obtuvieron el mayor porcentaje de cenizas en el fruto de tomate.

Determinación de cenizas en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 122).

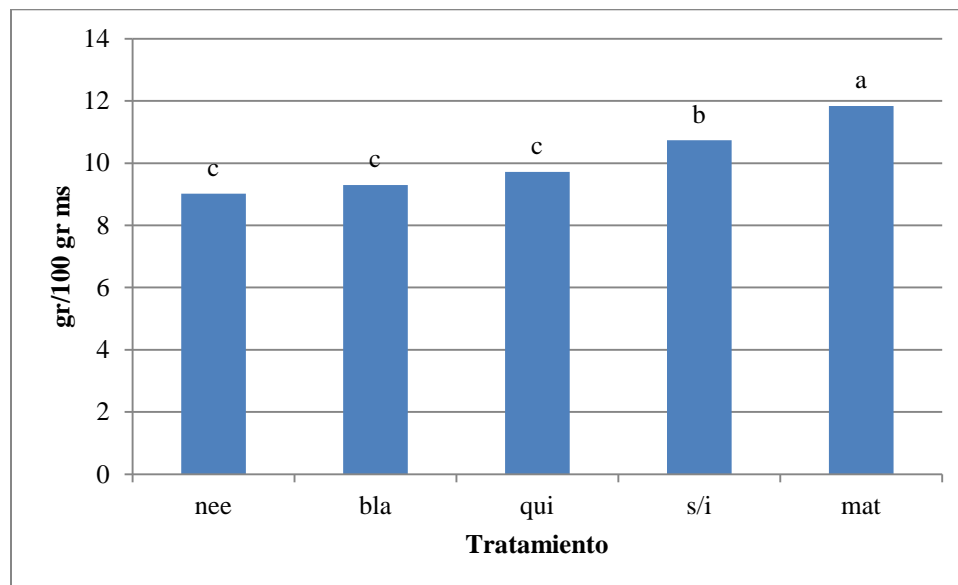


Figura 122. Análisis de varianza para ceniza en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 122 del contenido de ceniza en los frutos de de tomate muestra que las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y extracto de neem no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre si, pero si se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con sin insecto y extracto de mata-ratón.

Sin embargo en la producción de cenizas, las plantas a las que se les aplicó los tratamientos extracto de neem, blanco (agua) y el agente químico (Thiodan®) tuvieron una reducción en la cantidad de cenizas del 23.76%, 21.45%, 17.88% con respecto a las plantas tratadas con el extracto de mata-raton en donde se obtuvieron el mayor porcentaje de cenizas en el fruto de tomate.

Determinación de fibra en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 123).

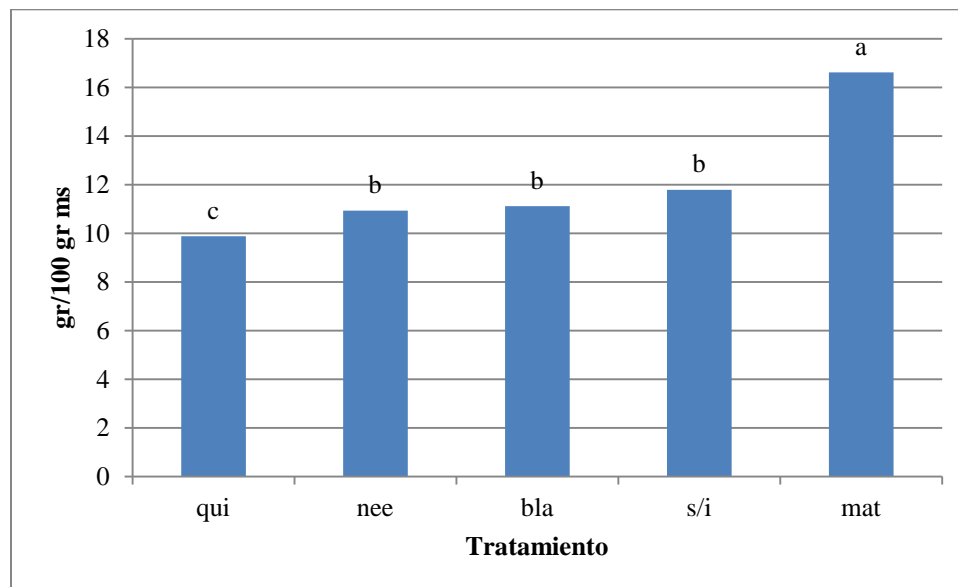


Figura 123. Análisis de varianza para fibra en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 123 del contenido de fibras en los frutos de de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de neem, blanco (agua) y sin insecto no mostraron diferencia significativa ($P<0.05$) entre si, pero si se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con el agente químico y el extracto de mata-ratón.

Sin embargo en la producción de fibras, las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentaron una reducción en la cantidad de fibras del 40.56% con respecto a las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón en donde se obtuvieron el mayor porcentaje de fibras en el fruto de tomate.

Determinación de fibras en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 124).

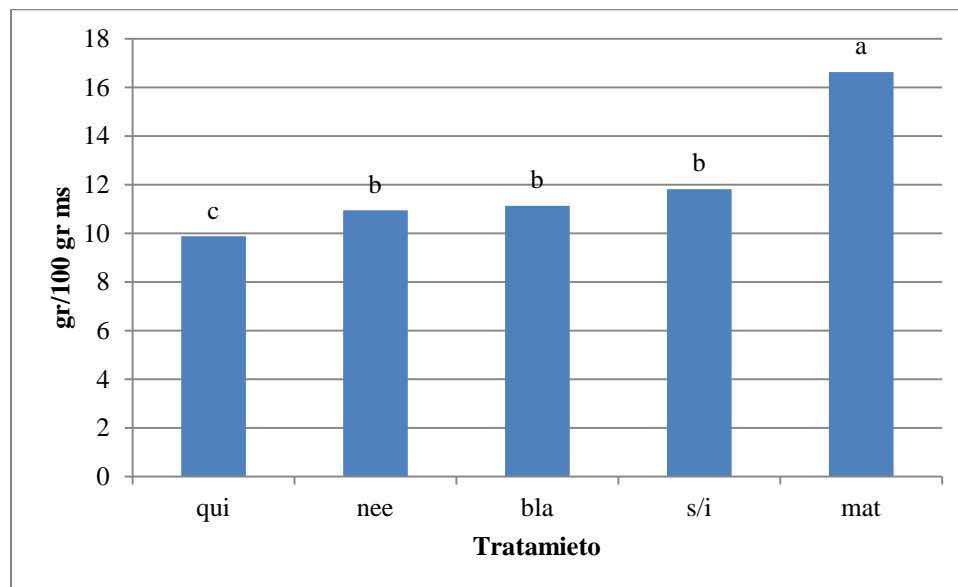


Figura 124. Análisis de varianza para fibra en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 124 del contenido de fibras en los frutos de de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de neem, blanco (agua) y sin insecto no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre sí, pero si se encontraron diferencias significativas con las plantas tratadas con el agente químico y el extracto de mata-ratón.

Sin embargo en la producción de fibras, las plantas que fueron tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentaron una reducción en la cantidad de fibras del 40.54% con respecto a las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón en donde se obtuvieron el mayor porcentaje de fibras en el fruto de tomate.

Determinación de licopeno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 125).

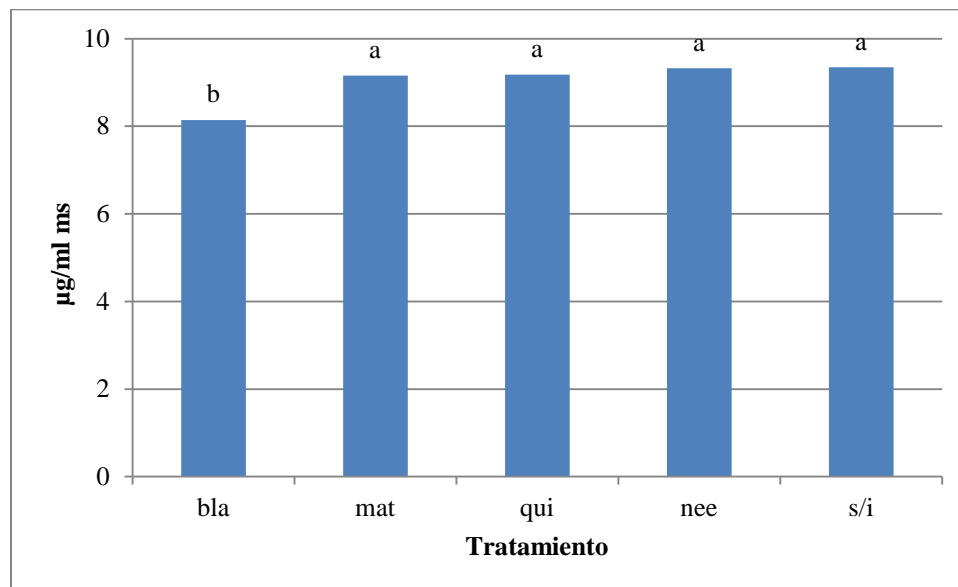


Figura 125. Análisis de varianza para licopeno en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 125 del contenido de licopeno en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua) fueron significativamente ($P < 0.05$) diferentes a los demás tratamientos. Sin embargo las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y sin insecto, no presentaron diferencias entre sí.

En las plantas tratadas con el blanco (agua) presentaron un decremento entre el 12.0 % y 9.0% menos de licopeno con respecto a las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el extracto de mata-ratón.

Determinación de licopeno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 126).

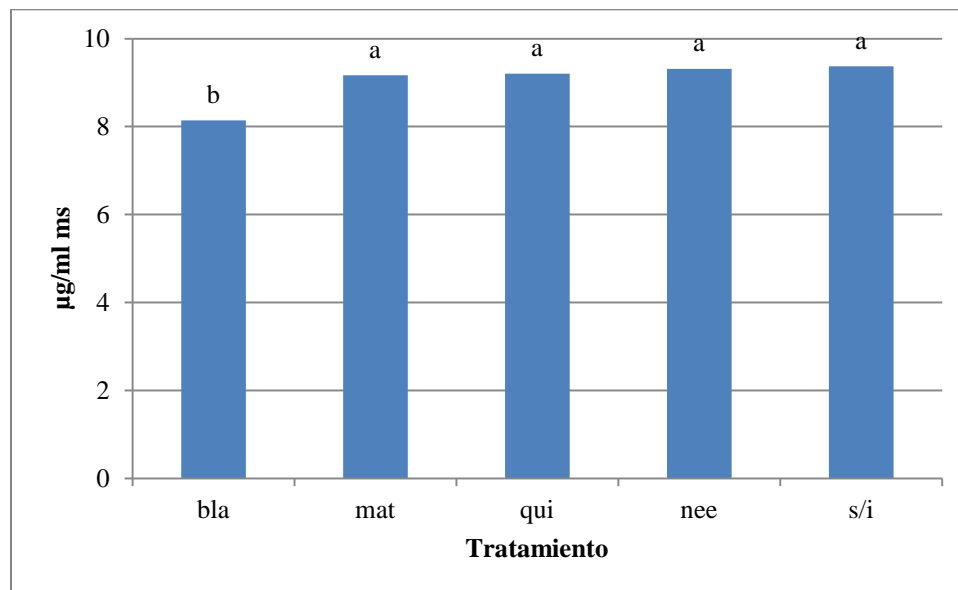


Figura 126. Análisis de varianza para licopeno en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 126 del contenido de licopeno en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua) fueron significativamente ($P<0.05$) diferentes a los demás tratamientos. Sin embargo las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y sin insecto, no presentaron diferencias entre sí.

En las plantas tratadas con el blanco (agua) presentaron un decremento entre el 13.0 % y 9.0% menos de licopeno con respecto a las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el extracto de mata-ratón.

Determinación de pH en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 127).

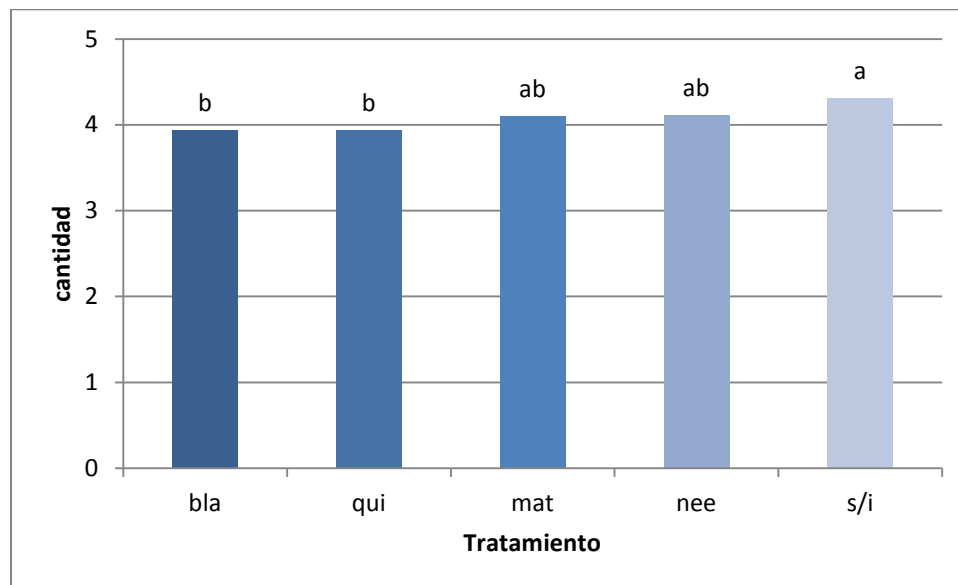


Figura 127. Análisis de varianza para pH en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 127 del contenido de pH en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, extracto de neem y sin insecto, no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí, pero si se encontraron diferencias significativas en las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), blanco (agua), con respecto las plantas sin insecto.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad de pH presentes en las plantas con los tratamientos blanco (agua), el agente químico (Thiodan®) se observó una reducción del 8.74%, 8.51% con respecto a la cantidad de pH de las plantas tratadas con sin insecto.

Determinación de pH en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 128).

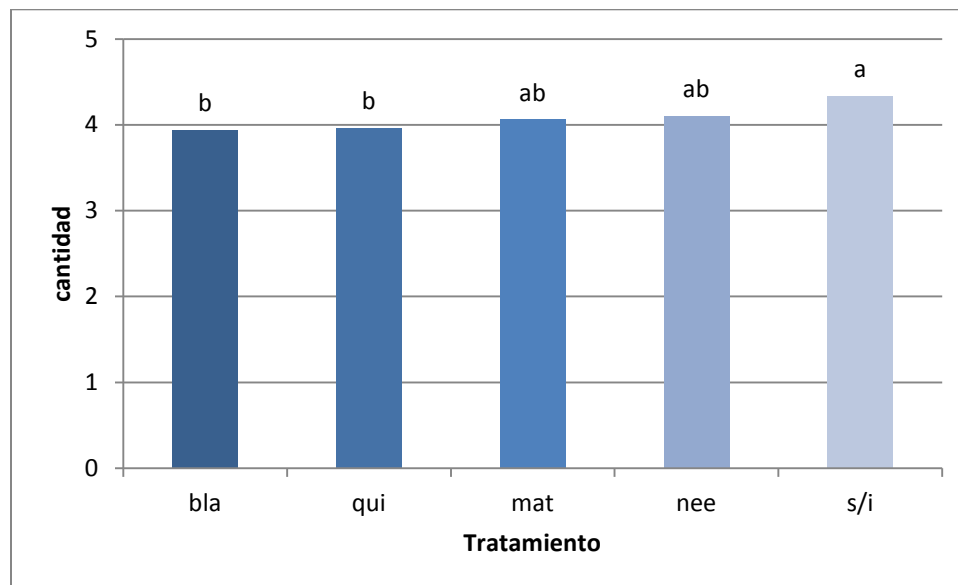


Figura 128. Análisis de varianza para pH en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 128 del contenido de pH en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón, extracto de neem y sin insecto, no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí, pero si se encontraron diferencias significativas en las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®), blanco (agua), con respecto las plantas sin insecto.

Sin embargo de acuerdo a la cantidad de pH presentes en las plantas con los tratamientos blanco (agua), el agente químico (Thiodan®) se observó una reducción del 9.15%, 8.71% con respecto a la cantidad de pH de las plantas tratadas con sin insecto.

Determinación de nitrógeno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 129).

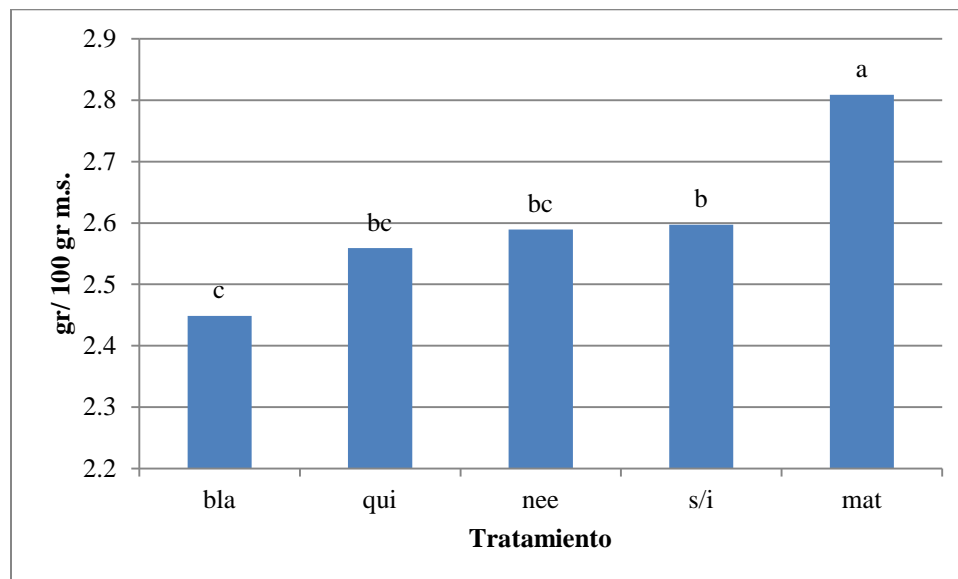


Figura 129. Análisis de varianza para nitrógeno total en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 129 del contenido de nitrógeno total en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón fue significativamente ($P < 0.05$) diferente a los frutos de las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el blanco (agua), sin embargo los tratamientos extracto de neem y el agente químico (Thiodan®) no tuvieron diferencias significativas entre estos.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó un incremento del 8.88%, 7.79% más de nitrógeno total, con respecto a las plantas tratadas con los tratamientos agente químico (Thiodan®) y el extracto de neem.

Determinación de nitrógeno en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 130).

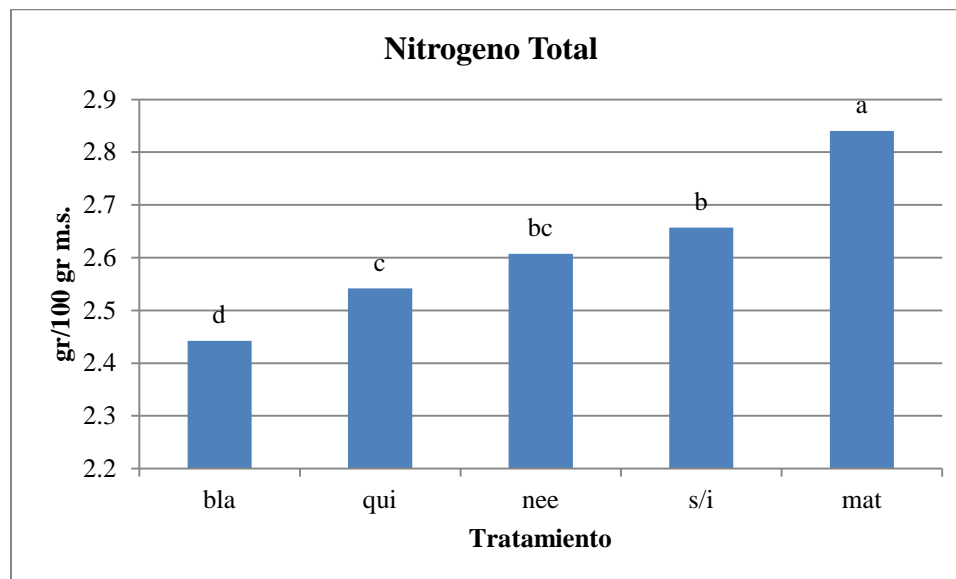


Figura 130. Análisis de varianza para nitrógeno total en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 130 del contenido de nitrógeno total en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón fue significativamente ($P < 0.05$) diferente a los frutos de las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el blanco (agua), sin embargo estos tratamientos tuvieron diferencias significativas entre sí.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó un incremento del 14.01%, 10.51%, 8.21%, 6.46% más de nitrógeno total, con respecto a las plantas tratadas con los tratamientos blanco (agua), el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y sin insecto.

Determinación de proteínas en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 131).

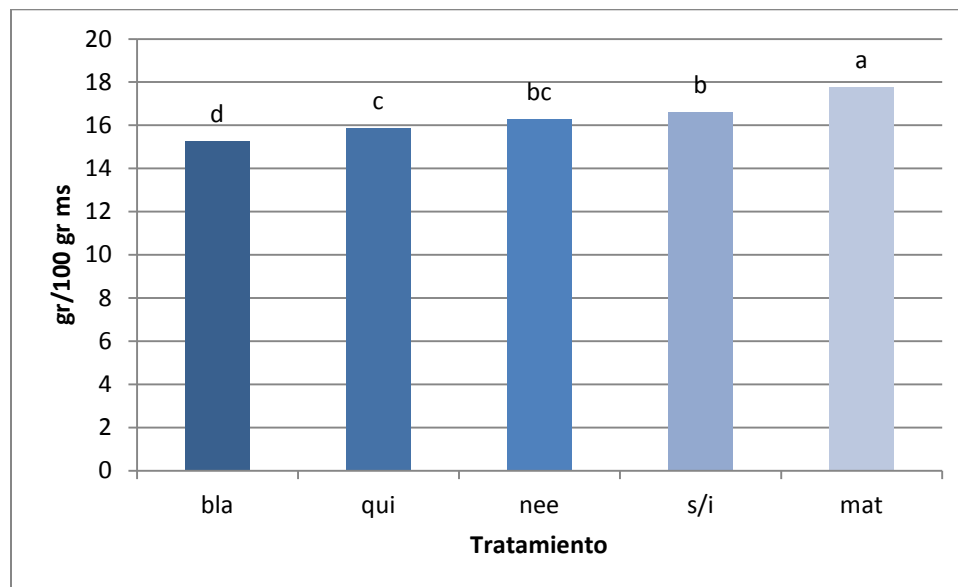


Figura 131. Análisis de varianza para proteína en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 131 del contenido de proteína en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón fue significativamente ($P < 0.05$) diferente a los frutos de las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el blanco (agua), sin embargo estos tratamientos tuvieron diferencias significativas entre sí.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó un incremento del 13.89%, 10.71%, 8.22%, 6.43% más de proteínas, con respecto a las plantas tratadas con los tratamientos blanco (agua), el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y sin insecto.

Determinación de proteínas en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 132).

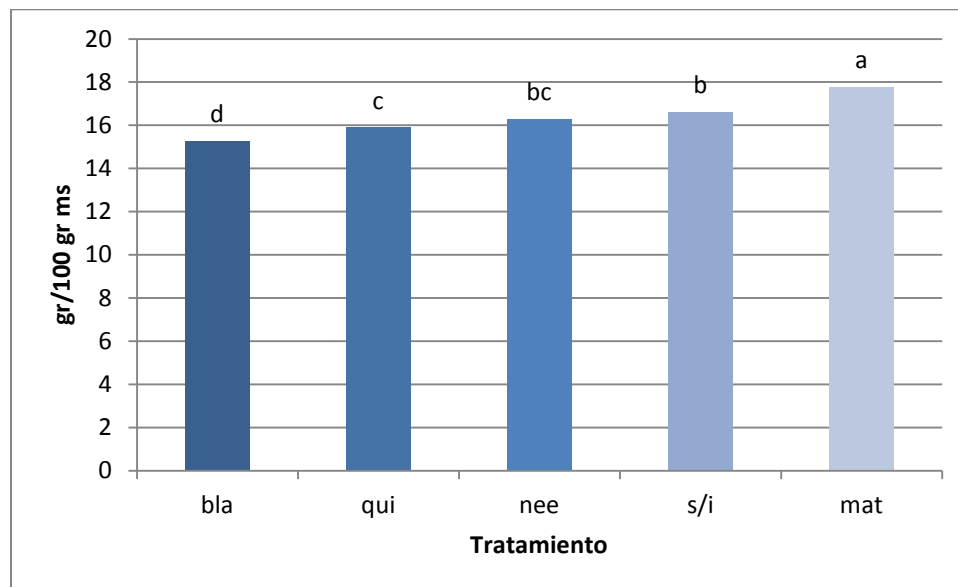


Figura 132. Análisis de varianza para proteína en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 132 del contenido de proteína en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón fue significativamente ($P < 0.05$) diferente a los frutos de las plantas tratadas con sin insecto, el extracto de neem, el agente químico (Thiodan®) y el blanco (agua), sin embargo estos tratamientos tuvieron diferencias significativas entre sí.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentó un incremento del 14.01%, 10.51%, 8.21%, 6.46% más de proteínas, con respecto a las plantas tratadas con los tratamientos blanco (agua), el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y sin insecto.

Determinación de humedad en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 133).

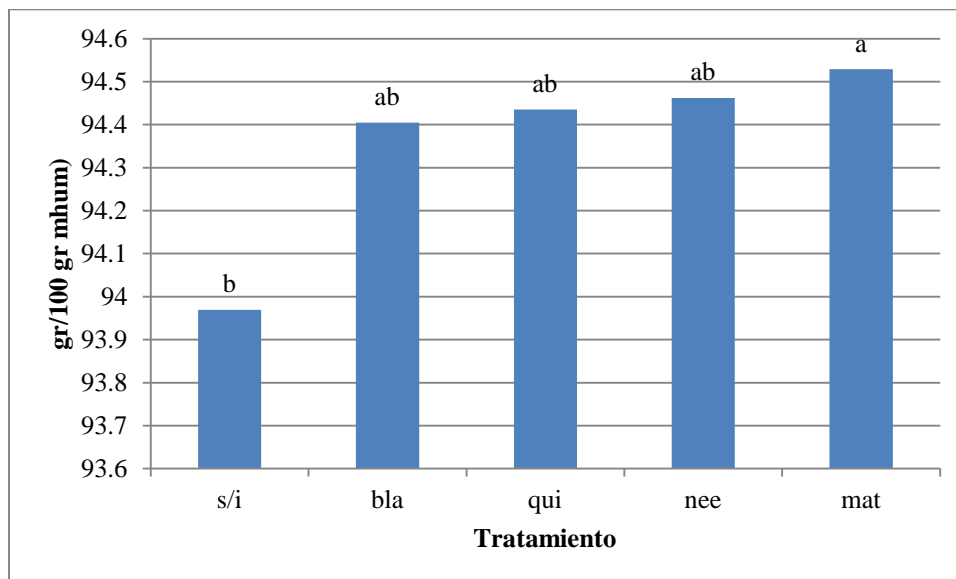


Figura 133. Análisis de varianza para humedad en los frutos de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 133 del contenido de humedad en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua) el agente químico (Thiodan®), el extracto de neem y el extracto de mata-ratón no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí. Sin embargo las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón si hubo diferencia significativa con las plantas tratadas con sin insectos.

En las plantas tratadas con el extracto de mata-ratón presentaron un ligero aumento del 0.59% de humedad en los frutos con respecto a las plantas tratadas con sin insecto.

Determinación de humedad en frutos en el cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 134).

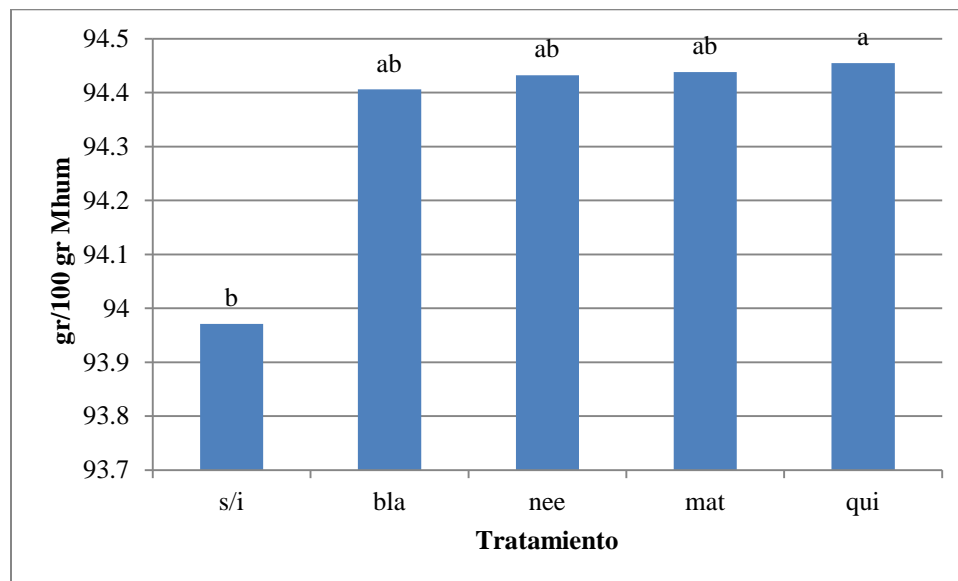


Figura 134. Análisis de varianza para humedad en los frutos de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P<0.05$).

El análisis de varianza de la figura 134 del contenido de humedad en los frutos de tomate muestra que las plantas tratadas con el blanco (agua), el extracto de neem, el extracto de mata-ratón y el agente químico (Thiodan®) no presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre sí. Sin embargo las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) si hubo diferencia significativa con las plantas tratadas con sin insectos.

En las plantas tratadas con el agente químico (Thiodan®) presentaron un ligero aumento del 0.51% de humedad en los frutos con respecto a las plantas tratadas con sin insecto.

6.5.- Análisis de metabolitos de defensa (Fenoles)

Los resultados obtenidos respecto al análisis de fenoles del follaje de las plantas de tomate durante dos estaciones consecutivas del cultivo de tomate para todos los tratamientos aplicados, fueron analizados estadísticamente, con el programa Stargraphics Plus 5.1., aplicando la prueba de Tukey ($P < 0.05$), en las muestras del follaje al final de la cosecha 90 ddt (días después del trasplante), la representación de las diferencias significativas se muestran en las siguientes figuras.

Determinación de fenoles en follaje de las plantas del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el segundo experimento (figura 135).

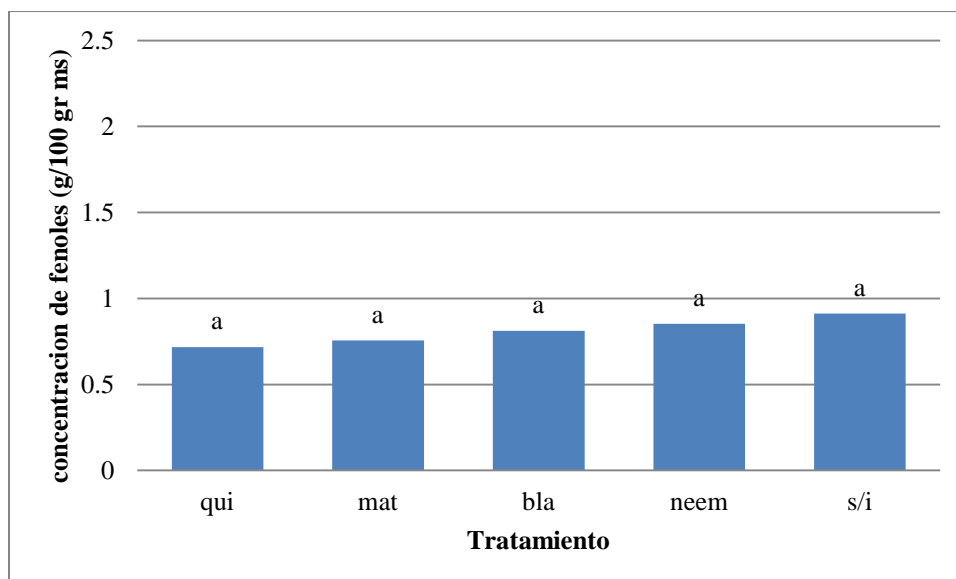


Figura 135. Análisis de varianza para fenoles en los follajes de las plantas del segundo cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 135 del contenido de fenoles en el follaje de las plantas de tomate muestra que las plantas que fueron tratados con el agente químico, el extracto de mata-ratón, blanco (agua), el extracto de neem y sin insecto no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) en cada uno de los tratamientos analizados.

Determinación de fenoles en follaje de las plantas del cultivo de tomate tratado con extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium*), extracto de neem (*Azadirachta indica*), agente químico (Thiodan®), blanco (agua) y sin Insectos, en el tercer experimento (figura 136).

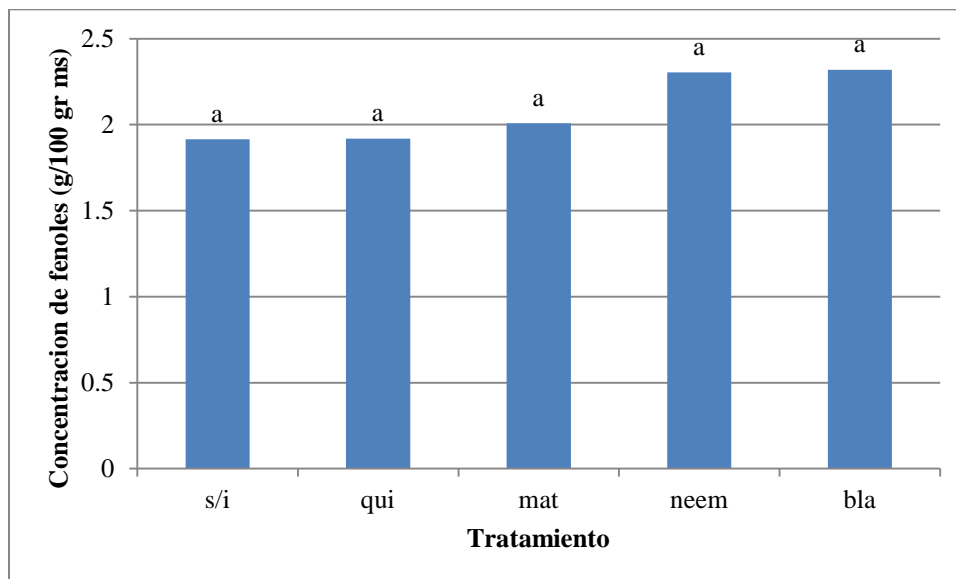


Figura 136. Análisis de varianza para fenoles en los follajes de las plantas del tercer cultivo de tomate, para cada tratamiento a los 90 ddt (días después del trasplante); columnas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P < 0.05$).

El análisis de varianza de la figura 136 del contenido de fenoles en el follaje de las plantas de tomate muestra que las plantas que fueron tratados con sin insecto, el agente químico, el extracto de mata-ratón, el extracto de neem y el blanco (agua), no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) en cada uno de los tratamientos analizados.

VII.-DISCUSION DE RESULTADOS

La gran biodiversidad que se presenta en el mundo de los insectos hace posible que existan especies adaptadas a diversos modos de vida. Hay insectos beneficiosos, como aquellos que polinizan las flores y otras que producen miel. Sin embargo, existen una diversidad de especies fitófagas, que provocan daños importantes a las plantas de importancia agrícola, ya que reducen la cantidad y calidad de las cosechas, de tal manera que limitan las posibilidades de comercialización y de transformación de los productos agrícolas (Mound, 1994) En esta investigación se observó que el insecto Mosquita Blanca fue el que principalmente atacó a las plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en condiciones de invernadero. Sin embargo cuando el cultivo de tomate fueron tratados con los extractos acuosos de neem y de mata ratón se observó una disminución significativa de las poblaciones de este insecto, especialmente a los 50 días después del trasplante, este efecto de los extractos acuosos fue más efectivo en la tercera época de siembra (diciembre-febrero), a diferencia de la poca eficiencia observada en la segunda época de siembra en donde se presenta mayor precipitación pluvial, de tal manera que el incremento de humedad y el efecto mecánico de la lluvia sobre las plantas inhibieron el efecto de estos extractos. El efecto bioinsecticida del extracto de mata-ratón se debe principalmente a la presencia de los compuestos fenólicos; tales como los taninos y las cumarinas. Ha sido reportado que los compuestos fenólicos tienen actividad toxica en algunos insectos-plaga, alterando su desenvolvimiento o comportamiento (Davendra, 1990). En lo que respecta al neem, su efecto bioinsecticida se debe principalmente a la azadirachtina. Este metabolito vegetal actúa como repelente y regulador del crecimiento y la alimentación, el cual ha sido bien documentado en muchos insectos que tienen hábitos de masticación, más notablemente en las langostas y gusanos (Lowery, 1995). Las investigaciones electrofisiológicas muestran que la molécula de azadirachtina puede interaccionar directamente con quimiorreceptores inhibitorios ubicados en la boca de los insectos, de tal manera que el contacto con esta molécula inhibe las ganas de comer (Naumann & Isman, 1996). López et al. (2005) reportaron que la aplicación de Oleo Nim 80 y Cuba Nim T (derivados del neem) redujeron significativamente las poblaciones de la mosquita blanca en el cultivo de tomate después de 24 y 72 horas de la aplicación; el efecto fue observado principalmente en los insectos adultos y en las ninfas pero, estos autores reportan que no hubo diferencia estadística al comparar los resultados con el efecto producido por el insecticida químico Thiodan® que fue utilizado como control. Así mismo, Marchena (2003) encontró que la aplicación foliar del extracto crudo de mata-ratón a una concentración del 1% redujo hasta 5 veces más el número de adultos de mosquita blanca en comparación al tratamiento químico Thiodan® después de las 48 horas de la aplicación. Cabe

aclarar que en este experimento observamos que la aplicación del insecticida químico fue más eficiente en el control de las plagas en comparación con los extractos acuosos vegetales, quizás porque el principio activo se encuentra en forma pura.

Durante las evaluaciones se observó la presencia de otros insectos en el cultivo de tomate tales como; palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), chapulín (*Sphenarium spp.*), cochinilla blanca (*Pseudococcus spp.*), diabrotica (*Diabrotica spp.*), trips (*Frankliniella occidentales*) y oruga (*Heliothis spp.*). La aplicación de los extractos de neem y mata-ratón también redujeron significativamente la mayor parte de estos insectos pero considerando la naturaleza biológica de cada especie, no podemos precisar que efecto ocasiona estos bioinsecticidas sobre cada una de las plagas detectadas en este experimento. Posiblemente los extractos de estas plantas hayan ocasionado un efecto sobre el comportamiento y la dinámica de los insectos, de tal manera que actuaron como un agente repelente. Montes *et al.*, (2008) encontraron que los extractos de hojas de neem (*Azadirachta indica*) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*) en el cultivo de maíz, tuvieron un mejor control en el insecto chapulín (*Sphenarium spp.*). Contreras *et al.* (2008) al realizar el estudio fitoquímico de la planta *Gliricidia sepium* (mata-ratón) encontró que tiene un alto contenido de fenoles, un metabolito secundario capaz de proteger las plantas de insectos devoradores o infecciones, dar resistencia física a la planta o ejercer de transmisor de señales entre tejidos de las plantas (Bruneton, 2000).

Con respecto a las variables de crecimiento evaluadas en este trabajo, se observó que las plantas de tomate tratadas con extracto de mata-ratón presentaron efecto significativo ($P < 0.05$), específicamente sobre las variables: peso del follaje, peso de la raíz, peso total de la planta y diámetro del tallo, tanto en fresco como en seco. En aquellas plantas que fueron tratadas con el extracto de neem y el químico convencional (Thiodan®), no se observó diferencias. Se conoce que las hojas del árbol mata-ratón contienen un alto contenido de proteína cruda (18 a 30%), y es normalmente utilizado como forraje verde y fuente importante de proteínas. Los nutrientes contenidos en los extractos acuosos de hojas de mata-ratón son absorbidos por las plantas de tomate a través de las hojas e influye positivamente sobre el crecimiento de las plantas. Las plantas tratadas con extracto de hojas de mata-ratón y el químico convencional (Thiodan®) no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en relación a las variables: longitud de follaje, longitud de raíz y longitud de la planta total. Aunque el análisis de varianza no mostró diferencias significativas, en las plantas en que se aplicó el químico estas tuvieron mayor altura. Resultados muy similares a los obtenidos por Montes *et al.* (2008), demostraron que la longitud de las plantas de maíz en un sistema abierto con los diferentes tratamientos fueron mayores a las tratadas con el químico (Lambda Cialotrina); comparadas con las tratadas con el neem (*Azadirachta indica*) quienes obtuvieron una menor

longitud. El Thiodan® es un insecticida cuya estructura química es muy parecida a los fitorreguladores, tales como el 2, 4-D, entonces este químico puede inducir el crecimiento de las plantas (Sinniah et al. 1982).

Con respecto al rendimiento, las plantas tratadas con el extracto acuoso de hojas de mata-ratón presentaron un incremento significativo ($P < 0.05$) sobre la producción del tomate. Las plantas tratadas con este extracto tuvieron mayor número de flores por planta, número de frutos por planta, mayor peso de los frutos por planta, mayor longitud de los frutos y mayor diámetro de los frutos, en comparación con las plantas que se trataron con el extracto de neem y el químico convencional (Thiodan®), donde este último fue el tratamiento con menor rendimiento. Gómez (1991) señala que el follaje de *Gliricidia sepium* (mata-ratón) contiene cantidades importantes de nutrientes que son de gran importancia en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. También, McVickarr et al., (1963) señala que la fertilización foliar en etapas fenológicas cercanas a la floración, es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica, incluyendo la absorción de nutrimentos. En el presente estudio los tratamientos se aplicaron durante los 50 ddt (días después del trasplante) y la floración del cultivo se presentó a los 40-45 ddt. Esto explica el efecto positivo del extracto de mata-ratón en relación al rendimiento, que sirvió como un fertilizante para las plantas.

En el trabajo realizado por Montes et al., (2008) utilizando los mismos extractos en cultivo de maíz en un sistema abierto encontraron que las plantas tratadas con el neem (*Azadirachta indica*) fue el de mayor efecto en rendimiento, seguidas con las tratadas con mata-ratón (*Gliricidia sepium*). Los resultados obtenidos por estos autores fueron diferentes a los obtenidos en este trabajo, ya que como se comentó anteriormente, el extracto de acuoso de hojas de mata-ratón fue el de mayor efecto. Esto pudo deberse al tipo de cultivo, ya que las hojas se comportan de diferentes formas; y la absorción foliar depende del pH de la solución, debido a su efecto sobre la cutícula, en complejos fenómenos de repulsión y atracción electrostática que son regulados por el pH. Así, para cada nutrimento existe un pH específico en el cual la absorción es máxima (Acosta, 1991).

Las plantas que fueron tratadas con extracto de mata-ratón mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$), en las variables % de cenizas, % de fibras, % de nitrógeno y % de proteínas (% MS), tanto en el follaje de la planta analizada como en el fruto de tomate, mientras que las que fueron tratadas con extracto acuoso de hojas de neem y el químico convencional (Thiodan®) no se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ellos, con respecto a los resultados obtenidos en el análisis de grasas y azúcares. Esto sugiere que los extractos por su origen natural aportan nutrientes al suelo, los cuales contribuyen al desarrollo y crecimiento de las plantas de tomate, tales nutrientes pueden

ser biomoléculas de proteínas, azúcares, ácidos orgánicos y minerales; los cuales son absorbidos por las plantas para que estas a su vez las empleen en sus funciones metabólicas Montes *et al.* (2006), encontraron que cabe la posibilidad de que el extracto de mata-ratón beneficia la fijación de nitrógeno en el suelo y pueda ser aprovechado por la planta, ya que las plantas tratadas con el extracto, presentaron un incremento considerable en el contenido NH_4 donde sugiere que este es el aporte de nitrógeno que reciben las plantas. Los biofertilizantes representan un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, constituyendo un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable, permitiendo reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de microorganismos en el suelo debidamente administrados por la naturaleza, capaces de aportar a los cultivos nitrógeno fijado de la atmósfera, fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, ocasionan una mayor activación del metabolismo y crecimiento de su morfología (Burdman *et al.* 2000).

Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas de fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo. Las funciones de los productos del metabolismo secundarios son muy diversas, fundamentalmente relacionadas con la comunicación entre distintas partes de la planta y de esta con otros seres vivos: atraer insectos polinizadores, inhibir el crecimiento de plantas vecinas, proteger la plantas de insectos devoradores o infecciones, dar resistencia física a la planta o ejercer de transmisor de señales entre diferentes tejidos de la planta (Bruneton, 2000). En este estudio cuantificamos los fenoles presentes en el follaje de las plantas de tomate y no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los tratamientos aplicados. Esto quiere decir, que los extractos de hojas de neem y mata-ratón no aumentaron ni disminuyeron la cantidad de fenoles presentes en el follaje de las plantas de tomate.

VIII.-CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados durante los dos ciclos de estudio del cultivo de tomate se puede concluir lo siguiente:

1. De los extractos acuosos con acción bioinsecticida utilizados para el control de plagas, el extracto acuoso de hojas de mata-ratón demostró mayor efectividad en el control de la mosquita blanca seguida del extracto acuoso de hojas de neem; mientras que con los insectos, palomilla del nopal, el chapulín, la cochinilla blanca, la diabrotica, el trips y la oruga fueron similares en efecto.
2. Los extractos acuosos de hojas de mata-ratón y neem mostraron un efecto negativo contra los insectos benéficos encontrados en los experimentos, la araña cristal fue el insecto más afectado, donde el extracto de mata-ratón redujo el 85.71%, y el extracto de neem redujo el 77.77%.
3. Los extractos acuosos de hojas de mata-ratón mostró diferencia significativa en las variables de crecimiento en cuanto a peso del follaje, peso de la raíz, peso total de la planta tanto en fresco como en seco y diámetro del tallo. Mientras que las variables de longitud de follaje, longitud de raíz y longitud de la planta total no mostraron diferencia significativa con el químico convencional (Thiodan®).
4. Los extractos acuosos de hojas de mata-ratón mostro diferencia significativa en las variables de número de flores por planta, número de frutos por planta, peso de los frutos por planta, longitud de los frutos y diámetro de los frutos.
5. El extracto acuoso de hojas de mata-ratón benefició la producción de fibra, nitrógeno, proteínas y ceniza tanto en el follaje y fruto del tomate, mientras que el extracto de neem y el químico convencional (Thiodan®) beneficiaron en la producción de grasas y azucares en el follaje de tomate.
6. **El extracto acuoso de hojas mata-ratón y neem no beneficiaron en la producción de fenoles en las plantas de tomate lo que nos indica que la planta no sufre estrés por la aplicación de estos extractos y el efecto repelente se debe a los extractos aplicados.**

7. **Por lo obtenido en este trabajo se puede utilizar los extractos de neem y mata-ratón como un auxiliar para la protección del cultivo de tomate.**

IX.RECOMENDACIONES

De acuerdo a la experiencia obtenida se puede plantear las siguientes recomendaciones:

- I. Al usar un extracto de hojas como en este experimento, las probabilidades de producir una resistencia a este producto será más difícil pues en el existen muchos componentes que pueden estar inter actuando sobre los insectos, por lo que podemos usar estos extractos por mayor tiempo.
- II. Estudiar la posible aplicación de los extractos de hojas de mata-ratón a otro tipo de cultivos y suelos. Esto debido al efecto benéfico para promover el crecimiento de la planta y rendimiento en la cosecha.
- III. Se recomienda aplicar los extractos acuosos de hojas de mata-ratón al cultivo de tomate debido a que permiten que la planta cumpla con sus funciones metabólicas satisfactoriamente, incrementando el contenido de cenizas, fibras y nitrógeno total tanto en el follaje y fruto de tomate.
- IV. Se recomienda continuar con este proyecto para estudiar la composición química de los extractos. Estudiar los efectos de los extractos vegetales sobre la dinámica del suelo y la presencia de la flora bacteriana en las raíces de la planta, durante la aplicación de los extractos en el cultivo de tomate.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abushita, A.A., Daood, H.G. and Biacs, P.A., 2001.** Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J. Agric. Food Chem.*, v. 48, p.2075-2081.
- Aoac., 1980.** Official Methods of Análisis. 14 th Edn. AOAC, Washington DC.
- Apablaza E.P., 1994.** Manejo de las malezas en el cultivo de tomate industrial (*lycopersicum esculentum* Mill). 65 p.
- Arredondo, B.H.C., 1992.** Enemigos naturales y respuestas de *Macroductylus* sp (Coleoptero: *Scarabidae*) atrayentes alimentarios en Tlaxcala y Jalisco, Mexico (Tesis). Universidad Autonoma Chapingo, Mex.
- Ashok, K.P., 2006.** Neem (*Azadirachta indica*) seed kernel powder retards urease and nitrification activities in different soils at contrasting moisture and temperature regimes. Division of Soil Science and Agricultural Chemistry, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110 012, India.
- Avilés, G.M., 2003.** Comportamiento y Manejo de la Mosquita Blanca (*Bemisia argentifolli*) Bellows & Perring, *B. Tabaci* Gennadius (Homoptera: *Aleyrodidae*). Diagnostico y Manejo de las Principales Plagas de Tomate y Chile. Memoria. Fundación Produce Sinaloa A. C.
- Berenguer, J.J., 2003.** Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z. Castellanos. y José de Jesús Muñoz. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Bernal, J., 1991b.** Valor nutritivo de los forrajes. En: Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 2^{da} edición. 89-106.
- Bomford, M.K. and Isman, M. B., 1996.** Desensitization of fifth instar *Spodoptera litura* to azadirachtin and neem. *Entomologia experimentalis et applicata*, 81, 301–313.
- Botrel, M.A. and Gomide, J.A., 1981.** Importancia do teor dos carboidratos dos meristemas apicais para a rebrota do capim Jaragua(*Hyparrhenia rufa* (Nees)Stapf). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 10(3): 426-441.
- Bhide, N.K., Mehta, D.J. and Lewis, R.A., 1958.** Diuretic action of sodium nimbinate. *Indian Journal of Medical Science*, 12, 141-145.
- Blanco, J. y Hiije, I., 1995.** Combate de *Bemisia tabaci* en tomate mediante cobertura al suelo. *CEIBA* 36: 141.
- Brown, J.K. and J. Bird., 1992.** Whitefly transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean basin : past and present. *Plant Diseases* 7q: 220-225.
- Bruneton, J., 2000.** Plantas Tóxicas. Acribia. Zaragoza.

- Catie., 1990.** Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate Costa Rica: 138 pp. (Serie Técnica, Informe Técnico No. 151).
- Contreras, M., M. Flores. and A. Aragon., 2008.** Estudio Fitoquímico de la planta *Gliricidia sepium* (Mata-raton).
- Coronado, R. y Márquez, A., 1991.** Introducción a la Entomología Morfología y Taxonomía de los Insectos. Editorial: LIMUSA, 1ª edición. México. 282 p.
- Chopra, I.C., 1958.** Proceedings of the Symposium on antibiotics. Council of Scientific and Industrial Research, India pp. 43.
- Dakshinmurthi, k., 1954.** The amino acids in the leaf of azadirachta indica (melia) current Science (Bangalore), 23: 125-126.
- De bach, P., 1977.** Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Editorial Cecsá. P. 515-545.
- Delgado, S.F. y R. Álvarez., 2003.** Enfermedades del Jitomate y Pimiento en Invernadero. En: J. Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds). Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S.C.
- Davendra, C., 1990.** The use of shrubs and tree fodders by ruminant. In shrubs and tree fodders for farm animal; proceeding of workshop, Denpasar Indonesia 1989 Ed C. Davendra. Ottawa Ontario Canada IDCR. P 42-60.
- David, S.N., 1965.** The antifungal activity of neem oil and its constituents. *Mediscope*, 8, 325.
- David, S.N., 1969.** Antipyretic activity of neem oil and its constituents. *Mediscope*, 12, 25-27.
- David, S.N., 1978.** Effect of neem oil and its constituents on cotton pellet inflammation. *Mediscope*, 20, 273-274.
- Garza, L.J., 1985.** Las hortalizas cultivadas en México: Características botánicas. Fitotecnia, UACH, México
- I, M.I., Conesa, M.A. and Artés, F., 2000. Quality attributes in fresh cut tomatoes. IV Inter. Conf. Postharvest Science ISHS. Jerusalem.
- Giovanelli, G., Zanoni, B., Lavelli, V. and Nani, R., 1999.** Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. *J. Food Eng.*, v.52, p.135-141.
- González, M., 1996.** Leguminosas forrajeras en sistemas de producción animal del Nor-Oriente de Venezuela Leguminosas forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical.
- Gutiérrez, Garza. N., 1994.** Economic Analysis of Improving the Quality of U. S. Corn and Sorghum Exports, Disertación Ph. D. , Universidad Texas A and M, Texas, Estados Unidos.

- Harricharan, H. and J. Morris., 1988.** Mineral content of some tropical forage legumes. Trop. Agric. (Trinidad). 65(2): 32-136.
- Heiser, C.J., 1969.** Lave apples. In Nightshades: The Paradoxical Plants. Freeman San Francisco CA, pp. 53-55.
- H. Schmutterer, R.C., Saxena, J.F. and Knauss, J.F., 2005.** Neem Products for Pest Management, Practical Results of Neem Application Against Arthropod Pests, and Probability of Development of Resistance. Pages: 412–445.
- Khan, M. and S.W. Wassilew., 1987.** The Effect of raw materials from the neem tree. *In: Schmutterer, H. and K.R.S. Ascher (eds.), Natural Pesticides from the Neem Tree and other Tropical Plants*, pp: 645– 50. GIZ, Eschborn, Germany.
- León G, H. M., 2001.** Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.
- López, M.M. y R. Gastélum., 2003.** La importancia del minador de la hoja *Liriomyza* spp. En los cultivos de tomate y chile y su manejo. Diagnóstico y manejo de las principales plagas de tomate y chile. Fundación Produce Sinaloa A.C.
- Lowery, D.T. and M.B. Isman., 1995.** Toxicity of neem to natural enemies of aphids. *Phytoparasitica* 23: 297-306.
- Makkar, H.P.S., Dawra R.K. y Singh B., 1991.** Tannin levels in leaves of some oak species at different stages of maturity. *En: Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 54: 513-519.
- Marchena, 2003.** Evaluacion de fracciones de extractos y de sustancias puras de origen vegetal como disuasivos o repelentes de adultos de *bemisia tabaci* .
- Maroto, J., 1983.** Horticultura herbácea especial. Madrid, España. 533 p.
- Metcalf, R.L., 1982.** Insecticides in Pest Management. Introduction to insect pest management. R. L. Metcalf & W. H. Luckman (eds.). 2nd ed Wiley, N.Y., pp. 235-273.
- Michael, K. Bomford. Y Murray, B. Isman., 2003.** Desensitization of fifth instar *Spodoptera litura* to azadirachtin and neem. Article first published online.
- Montes, M.J.A., Luna, G.M.L., Espinoza, P.N., Govaerts, B., Gutiérrez, M.F.A. and Dendooven L., 2008.** Are extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.). *Crop protection*. 27, p 763-774.
- Montes, M.J.A., Mendez, B.J., Fernandez, L.F., Lopez, V.F., Mendoza, C.R., Gutiérrez, M.F.A. and Dendooven L. 2008.** Effect of pest controlling neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and mata-raton (*Gliricidia sepium* Jacquin) leaf extracts on emission of green house gases and inorganic-N content in urea-amended soil. *Crop protection*.

- Mora, E., 1983.** Introduccion al estudio de la variabilidad fenotípica de madero negro (*Gliricidia sepium*). Turrialba, Costa Rica. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y enseñanza (CATIE). 51 p.
- Mound, L.A., 1994.** Thrips and gall induction: a search for patterns. In: Plant Galls, Michele A. Williams, Ed. Systematic Association Special Volume No. 49, Clarendon Press Oxford, pp 131-149.
- Murthy, S.P. and Sirsi, M., 1958.** Pharmacological studies on *Melia azadirachta*. L. Indian J. Physiol. Pharmacol. 2: 387-396.
- Naumann, H.K. and M. B. Isman., 1996.** Toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed extracts to larval and estimation of dangers from field application. Am. Bee. J. 136: 518-520.
- Obaseki, O. and Jegede Fadunsin, H.A., 1986.** The antimalarial activity of *Azadirachta indica*. Fitoterapia 57, 247–251.
- Okpanyi, S.N. and Ezeukwu, G.C., 1981.** Anti-inflammatory and anti-pyretic activity of *Azadirachta indica*. Planta Medica, 41, 34-39.
- Ondarza, R.N., 2000.** Inhibitory and lytic effects of phenothiazine derivatives and related tricyclic neureleptic compounds, on *Entamoeba histolytica* Hk9 and HM1 trophozoites. Biote Appl Biochem; 32 (1): 6 1-7.
- Pichard, G. y Alcalde, J.A., 1990.** Determinación de carbohidratos no estructurales. In Ruiz, M.E. y Ruiz, A., eds. Nutrición de Rumiantes; Guía metodológica de Investigación. IICA, San José. pp. 3-20.
- Pillai, N.R., 1978.** Anti-gastric ulcer activity of nimbidin. *Indian journal of Medical Research* 68, 169-175.
- Pillai, N.R., Suganthan, D. and Santakumari, G., 1980.** Analgesic and antipyretic action of nimbidin. *Bulletin Medico Ethnobotanical Research*, 1, 393-400.
- Rao, T.R., K.R.P. Singh, V. Dhanda. and P.N. Bhat., 1969.** Experimental transmission of Chandipura virus by mosquitoes. Indian. 55:1306–1310.
- Rembold, H., 1989.** Isomeric Azadirachtins and their mode of action. In: Focus on Phytochemical Pesticides M Jacobson (ed). CRC, Boca Raton, florida. Pp: 47-67.
- Reverón, A., J. Montilla., J. Rodríguez. y P. Castillo., 1973.** Rabo de Ratón (*Gliricidia sepium*) una leguminosa del futuro en la alimentación animal. Rev. Pec. 340:25-29.
- Rodríguez, D.N., Cano, R.P., Figueroa, V.U., Palomo, G.A., Favela Che, Álvarez. R.V.P., Márquez, H.C. y Moreno, R.A., 2008.** Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Méx. 31(3): 265-272.

- Rondon, S. y D. Cantliffe., 2003.** Manejo Integrado de Plagas en Invernadero. En: Javier Z. Castellanos y José de Jesús Muñoz (Eds.). Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Ruiz, J.C., 1992.** Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de procedencias, familias e individuos de *Gliricidia sepium* Guapiles Costa Rica. Catie. Tesis 98 p.
- Salguero, V. y Morales, J., 1994.** Eficiencia de insecticidas para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate. Manejo Integrado de Plagas 31:25-28.
- Sanchez, G.C. y Vergara., 1997.** Plagas de hortalizas. Departamento de Entomología Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú). 39 p
- Sawhney, V.K. and Bhadula S.K., 1988.** Microsporogenesis in the place in the presence of low levels of ABA. normal and male-sterile stamenless-2 mutant of tomato. Canadian Journal of Botany 66, 2013–21.
- Sing, S.N., R.C. Battacharya. and R.C. Yadava., 1979.** An adjustment of selection bias in post-partum amenorrhea from follow-up studies. Journal of American Statistical Association 74: 916-920.
- Shah, M.P., Sheth, U.K., Bhide, N.K. and Shah, M. J., 1958.** Clinical trials with parenteral sodium nimbinate in a new diuretic. Indian Journal of Medical Sciences, 12: 150.
- Smith, O., M. Smith, O. y M. Van Houtert., 1987.** Valor forrajero de *Gliricidia sepium*. Reseña. Revista Mundial de Zootecnia 62:57-58.
- Stewart, J. L., Hellin, J. J. and Hugges, C. E., 1992.** Wood Biomass Estimation of Central American Dry Zone Species. Tropical Forestry Paper 26, Oxford Forestry Institute, 83 pp.
- Tejos, M.R., 1983.** Efecto de niveles de carbohidratos no estructurales totales en el rebrote de *Stylosanthes capitata* Vog. Tesis MSc. UCR-CATIE, Turrialba. 56 p.
- Toor, R.K. and Savage, G.P., 2005.** Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chem.*, 94, 90-97.
- Toor, R.K., Svage, G.P. and Lister, C.E., 2006.** Seasonal variations in the antioxidants composition of greenhouse grown tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis 19:1-10.
- Thind, T.S. and Dahiya, M.S., 1977.** Inhibitory effects of essential oils of four medicinal plants against keratinoholic fungi. East. Pharm. 20: 147-148.
- Vásquez, P. y F. Quintero., 1995.** Nota Técnica. Efecto del diámetro de las estacas de mataratón (*Gliricidia sepium*) sobre el crecimiento de sus ramas laterales. Rev. Zoot. Trop. 13(1): 113-123.
- Villarreal, R., 1982.** Tomates. Trad. por Gilberto Camacho. San José, Costa Rica. IICA. pp. 81-82.
- Virtanen, A.I., 1965.** Phytochemistry, 4, 207.

Zalom, F., Castañe, C. and Gabarra, R., 1995. Selection of some winter-spring vegetable crop host by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). J Econ Entomol 88(1):70-76.

Páginas de internet

Azadirachta indica. Plantas útiles: Linneo. Consultado el 29 de octubre de 2009.

http://es.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica

www.bayercropscience.com.mx/.../

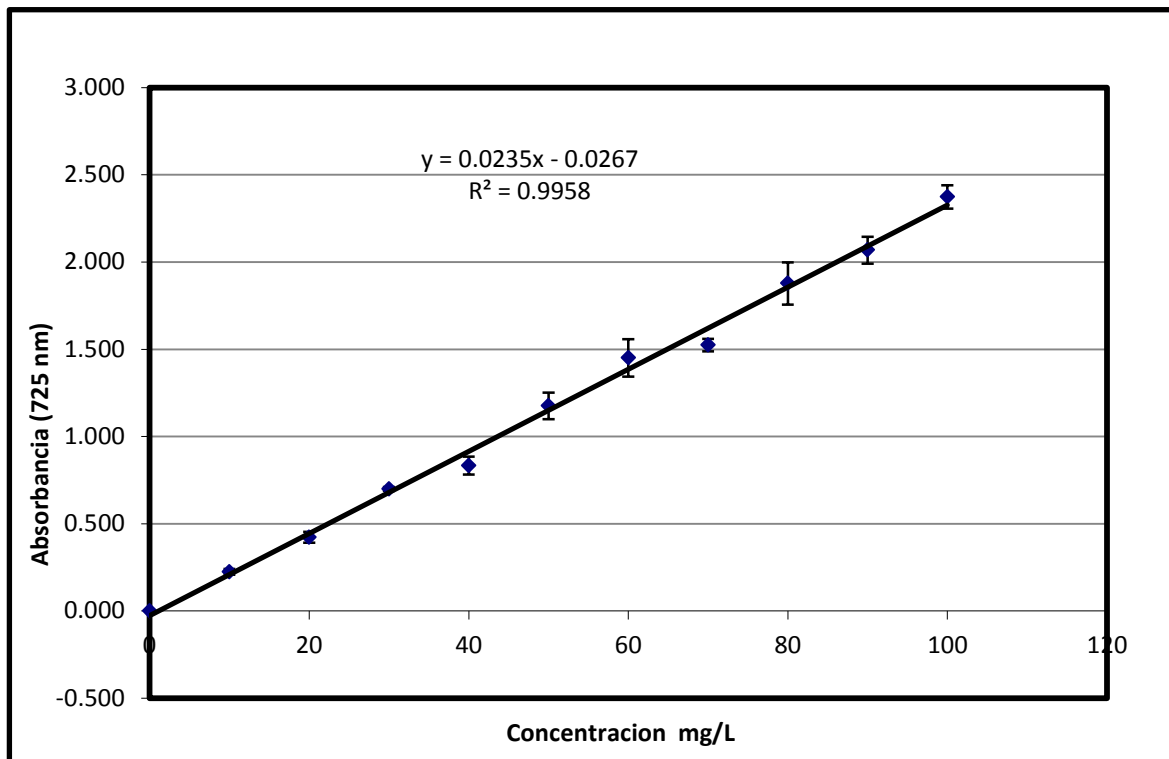
MANEJO%20DE%20NEMATODOS%20EN%20SISTEMAS%20

www.portal.veracruz.gob.mx, 2009.

www.hortalizas.com, **13** OCT. 2009.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Curva estándar para la determinación de fenoles totales, según el método descrito por Makkar H.P.S. *et al.* (1993)



$$\text{Conc. de fenoles (g/100g)} = ((\text{Abs}_f + b) * V_{sr} * V_e) / (10 * m * V_{af} * M_m * M_s)$$

Donde:

Abs_f = Es la absorbancia promedio registrada en la determinación de fenoles.

V_{sr} (L) = Es el volumen de solución que reacciona.

V_{af} (uL) = Es el volumen de alícuota en fenol.

V_e (uL) = Es el volumen del extracto.

M_m (g) = Es la masa de la muestra.

M_s = Es la materia seca.

b = Es el término independiente u ordenada al origen.

m = Es la pendiente de la recta.

Abreviaturas

Bla = Blanco

Nee = Neem

Mat = Mata-ratón

Qui = Químico

S/i = Sin insectos