

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
CATIE**

PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS SINTÉTICOS Y BIOPLAGUICIDAS PARA EL
CONTROL DE MOSCA BLANCA *Bemisia tabaci* Y GUSANO DEL FRUTO
Helicoverpa zea EN EL CULTIVO DEL TOMATE *Lycopersicon sculentum*; SÉBACO,
NICARAGUA**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de
Estudios de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,
para optar al grado de:**

MAGISTER SCIENTIAE

Por

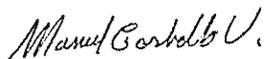
JUAN ANDRÑÉS MARTÍNEZ ULLOA

**CATIE
Turrialba, Costa Rica
2005**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

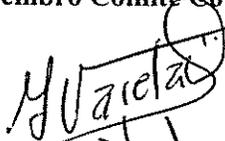
MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:

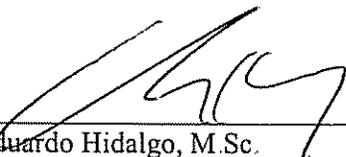


Manuel Carballo, M.Sc.
Consejero Principal

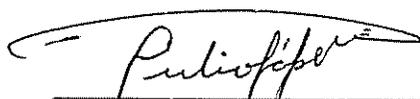
Ulrich Roettger, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Gregorio Varela, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



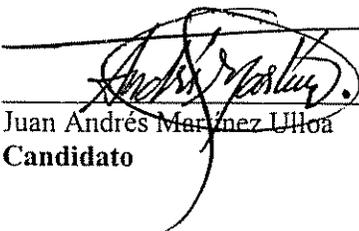
Eduardo Hidalgo, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Julio López, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Juan Andrés Martínez Ulloa
Candidato

AGRADECIMIENTO

Agradezco cordialmente a mi profesor consejero M.Sc. Manuel Carballo Vargas en CATIE por haberme brindado su apoyo incondicional, dedicación y paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo de investigación.

A la Organización de Estados Americanos (OEA) /LASPAU por el apoyo económico otorgado para realizar los estudios de maestría en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

A todo el comité asesor de este trabajo de investigación al Ph.D Ulrich Roettger, M.Sc. Gregorio Varela, M.Sc. Julio López y M.Sc. Eduardo Hidalgo por sus comentarios y sugerencias de gran valor para la culminación del presente documento.

A mis asesores de Harvard /LASPAU señores Ph.D Andrew Elrick y Ph.D Michael Lisman por su asesoramiento durante el periodo de estudios de maestría en CATIE.

AL Ing. M.Sc. Julio López Coordinador del Programa de Manejo Integrado de Plagas para productores de Centro América (PROMIPAC/Nicaragua) por el apoyo económico, logístico y por la amistad brindada por todo el equipo de trabajo de ese prestigioso programa a nivel nacional, agradezco especialmente a Maritza Canales y Mercedes Reyes, gracias a todos por contribuir con la finalización del presente documento.

Al P.hD. Alfredo Rueda de ZAMORANO por sus sugerencias e ideas de gran importancia en el desarrollo de este trabajo durante la etapa de campo y a la Ing. Agr. Melisa Castillo por su aporte al realizar los análisis de PCR y Pruebas de ELISA en el Centro de Diagnóstico de enfermedades de ZAMORANO, Honduras.

A todo el personal de la Biblioteca Conmemorativa Ortón de CATIE en especial a Gilbert, Kathia, Luis, Juan y Rigoberto Martínez.

Estoy muy agradecido por el apoyo y amistad proporcionada por el equipo de trabajo durante la etapa de campo en la ciudad de Sébaco, conformada por los productores: Johnny, Otoniel, Jairo, Francisco y Laureano Aguirre y a la Ing. Agr. Nurith Lanzas.

A Jeanet Solano, Noily Navarro en especial a Hannia Fernández encargada de Registros académicos por la amistad, apoyo y confianza durante el programa de maestría en CATIE, gracias por todo el cariño brindado por el equipo de posgrado.

A mi amigo y hermano del alma M.Sc. Mauricio Alas Martínez y a todos mis compañeros de graduación; Alfredo Orlando, Santiago Larco, Shingo Ito, Francisco Parrado, Adriana Arciniega, Edilberto Montenegro, Edgar Talavera, Natalia Ureña, Adriana Becerra, Andrés Laroche en especial a Leonardo Uquillas, compañero y hermano de muchas vivencias.

Estoy eternamente agradecido a **Brenda del Socorro Picado Díaz** por su amistad, cariño, comprensión, buenos consejos y confianza durante el desarrollo y fase de culminación de mi trabajo de tesis.

DEDICATORIA

Adeudo una vez más mi gratitud a nuestro señor Jesucristo por el privilegio de otorgarme la existencia en especial a mis padres **Juan Andrés Martínez Solórzano** y **María del Carmen Ulloa Obando**.

A **Scarlethe Jeanine, Alexander Bernardino, Abelardo José** y **Brandón Martínez**. Por todo el amor, sacrificio y entrega incondicional en los distintos momentos de mi vida.

A **Eling Johanna Bustamante Rivas** por darme el mayor regalo de mi vida; mis hijos **Milagro de Jesús** (q.e.p.d) y **Juan Andrés Martínez Bustamante** por ser mi mayor inspiración y fuente inagotable de energía para culminar con éxito el presente documento.

Todos ellos han sido de mucha influencia en la formación de mis valores y principios como ser humano, gracias por su mano amiga en mis aciertos y desaciertos, gracias a todos mis seres queridos logre superar satisfactoriamente una etapa más de mi vida profesional.

Por siempre agradecido.

Juan Andrés Martínez Ulloa.

RESUMEN

Martínez, J. A. 2004. Evaluación de productos sintéticos y bioplaguicidas para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusano del fruto *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*, Sébaco, Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba, Costa Rica. 115 p.

Palabras claves: Nim *Azadirachta indica*, spinosad *Saccharopolyspora spinosa*, parasitoides, tasa interna de retorno (TIR), presupuesto parcial.

La investigación se realizó de Enero a Agosto 2004, en dos ciclos agrícolas, verano e invierno, la fase de campo se realizó en una finca en Sébaco, Nicaragua. El diseño establecido fue bloques completos al azar (BCA) con cinco tratamientos (confidor*metamidofos umbral, confidor*metamidofos calendarizado, nim*spintor umbral, nim*spintor calendarizado, testigo absoluto) y cuatro repeticiones, se determinaron variables como: número de huevos, ninfas y adultos de mosca blanca, número de huevos, larvas y frutos dañados por *Helicoverpa zea* y rendimiento de frutos en kg/ha. El objetivo principal fue evaluar el efecto Bioplaguicidas de nim aceite 0.15 EC y spintor comparado con plaguicidas sintéticos, confidor y metamidofos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* en etapa vegetativa y gusano del fruto *Helicoverpa zea* en etapa reproductiva del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Como resultado se obtuvo que la mayor eficiencia en el control sobre poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *Bemisia tabaci*, se presentó en los tratamientos sintéticos, confidor*metamidofos umbral económico y calendarizado, seguido de los tratamientos bioplaguicidas, nim*spintor umbral económico y calendarizado, siendo el testigo (cero aplicación), reflejando mayor incidencia de huevos, ninfas y adultos de *Bemisia tabaci*. También se estudio el efecto de los productos evaluados sobre poblaciones de enemigos naturales de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza* spp, presentando mayor incidencia de insectos benéficos los bioplaguicidas y el testigo absoluto, se realizó un análisis económico, donde se consideró: presupuesto parcial y tasa de retorno marginal (TRM), obteniendo la mayor tasa de retorno los insecticidas sintéticos, los cuales alcanzaron los rendimientos más altos.

ABSTRACT

Martínez, J. A. 2004. Evaluation of chemical and bio-pesticides for the control of sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* and tomato fruitworm *Helicoverpa zea* in tomato *Lycopersicon sculentum* production in Sébaco, Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba, Costa Rica. 115 p.

Key words: Neem *Azadirachta indica*, Spinosad *Saccharopolyspora spinosa*, parasitoides, internal rate of return (IRR), production costs.

The study was carried out from January to August 2004, over two agricultural cycles, summer and winter. The field study took place on a farm in Sébaco, Nicaragua. A completely random block design (CRBD) was used with five treatments (applications of confidor*metamidofos at threshold, scheduled confidor*metamidofos applications, applications of nim*spintor at threshold, scheduled nim*spintor applications, and absolute control) and four repetitions. Data collected included: number of whitefly eggs, nymphs and adults on tomato plants, number of fruitworm eggs and nymphs and fruits damaged by the fruitworm and tomato yield in kg/ha. The primary objective was to evaluate the effect of two biological pesticides (0.15 EC Neem Oil and Spinosad) and of two chemical pesticides (Confidor and Metamidofos) on whitefly (*Bemisia tabaci*) in the vegetative stage of tomato, and on fruitworm (*Helicoverpa zea*) during the reproductive stage of tomato (*Lycopersicon sculentum*). The best control of whitefly eggs, nymphs and adults was obtained in the chemical pesticide treatment with confidor*metamidofos applied at threshold followed by the scheduled applicatio and by the biopesticide treatment neem*spintor. The greatest incidence of eggs, nymphs and adult whitefly was observed in control treatments (no pesticide application). The effect of the pesticides on natural enemies of *B. tabaci* and *Liriomyza* spp. was also studied, with the greatest incidence of natural enemies occurring in the treatment with bio-pesticides, followed by the control treatment. An economic analysis was done considering production costs and marginal rates of return. The best rate of return was obtained using chemical pesticides, which provided greatest yields.

TABLA DE CONTENIDO

I-INTRODUCCIÓN.....	1
II- OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III-HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
4.1 FENOLOGÍA DEL TOMATE E INCIDENCIA DE PLAGAS	4
4.1.1 Fase inicial	4
4.1.2 Fase vegetativa.....	4
4.1.3 Fase reproductiva	5
4.2 PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS Y ENFERMEDADES REPORTADOS EN EL CULTIVO DE TOMATE	6
4.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DAÑOS OCASIONADOS POR <i>Bemisia tabaci</i>.....	7
4.3.1 Como plaga	7
4.3.2 Como vector.....	7
4.3.3 Ciclo de vida y reproducción de <i>Bemisia tabaci</i>	8
4.3.4 Hospedantes de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	8
4.3.5 Biotipos, resistencia y adaptabilidad de <i>Bemisia tabaci</i>	9
4.3.6 Patrones de comportamiento de <i>Bemisia tabaci</i>	10
4.3.7 Comportamiento de <i>Bemisia tabaci</i> respecto a la época lluviosa y seca.....	11
4.3.8 Actividad y distribución espacial de <i>Bemisia tabaci</i>	11
4.3.9 Medidas preventivas y técnicas culturales implementadas en el cultivo de tomate para el control de <i>Bemisia tabaci</i>	12
4.3.10 Enemigos naturales de la mosca blanca	12
4.3.11 Principales características de los depredadores.....	13
4.3.12 Principales características de los parasitoides	13
4.3.13 Parasitoides de mosca blanca reportados en nicaragua	14
4.3.14 Gusanos del fruto	14
4.3.15 <i>Spodoptera eridania</i> Gusano negro, gusano prodenia.	15
4.3.16 <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie)	15
4.3.17 <i>Liriomyza</i> spp.....	16
4.3.18 Ciclo de vida de <i>Liriomyza</i> spp.....	16
4.3.19 El nim.....	17
4.3.20 Ventajas del nim como alternativa de insecticida botánico.....	18
4.3.21 Nivel de investigación sobre nim.....	19
4.4 SPINOSAD	19
4.4.1 Ventajas de spinosad.....	20
4.4.2 Modo de penetración.....	20
4.4.3 Selectividad en el control de plagas	21
4.4.4 Selectividad de spinosad sobre insectos benéficos.....	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22

5.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	22
5.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	22
5.2.1 Características del aceite de NIM.....	23
5.2.2 Características del SPINTOR.....	23
5.2.3 Confidor y Metamidofos.....	24
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
5.4 MANEJO DEL CULTIVO Y PARCELAS DEL EXPERIMENTO	26
5.5 VARIABLES EVALUADAS	26
5.5.1 Monitoreo de moscas blancas por tratamiento	26
5.5.2 Monitoreo de gusano del fruto.....	28
5.5.3 Variables del cultivo de tomate/ rendimiento.....	29
5.5.4 Análisis económico	29
5.5.5 Indicadores socioeconómicos.....	29
5.5.6 Presupuesto parcial	30
5.5.7 Análisis marginal	30
5.5.8 Tasa de retorno marginal.....	31
5.5.9 Análisis de dominancia	31
5.5.10 Analisis estadístico.....	31
5.5.11 Modelo estadístico (experimento de bloques completos al azar).....	31
5.5.12 Poblaciones de enemigos naturales de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	32
5.5.13 Poblaciones de enemigos naturales de la mosca minadora de la hoja del cultivo de tomate <i>Liriomyza</i> spp.....	32
5.5.14 Diagnostico de enfermedades de origen viral en el cultivo de tomate.....	33
5.5.15 Diagnóstico preliminar.....	33
5.5.16 Recolección e identificación de las muestras	34
5.5.17 Preservación del tejido foliar.....	35
5.5.18 Diagnóstico de virus de ADN: geminivirus	35
5.5.19 Método de extracción y purificación de ADN	35
5.5.20 Método de amplificación de ADN	35
5.5.21 Método de electroforesis	36
5.5.22 Diagnóstico de virus de ARN	37
5.5.23 Pruebas de ELISA.....	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
6.1 MOSCA BLANCA (CICLO DE VERANO: ESTUDIO JOHNNY AGUIRRE).....	38
6.1.1 Número de adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	38
6.1.2 Número de ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	38
6.1.3 Número de huevos de <i>Bemisia tabaci</i>	39
6.2 MOSCA BLANCA (CICLO DE VERANO: ESTUDIO OTONIEL AGUIRRE).....	44
6.2.1 Número de adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	44
6.2.2 Número de ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	45
6.2.3 Número de huevos de <i>Bemisia tabaci</i>	46
6.3 MOSCA BLANCA (CICLO DE INVIERNO: ESTUDIO DE JOHNNY AGUIRRE).....	52
6.3.1 Número de adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	52
6.3.2 Número de ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	52
6.3.3 Número de huevos de <i>Bemisia tabaci</i>	52
6.4 MOSCA BLANCA (CICLO DE INVIERNO: ESTUDIO DE OTONIEL AGUIRRE)	57
6.4.1 Número de adultos de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	57
6.4.2 Número de ninfas de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	57
6.4.3 Número de huevos de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	58

6.5 GUSANO DEL FRUTO <i>Helicoverpa zea</i> ÉPOCA DE VERANO, 2004.....	62
6.5.1 Número de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> , época de verano.....	62
6.5.2 Número de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> productor Johnny Aguirre, época de Verano.....	64
6.5.3 Número de frutos de tomate dañados por planta en la época de Verano, 2004.....	65
6.6 GUSANO DEL FRUTO <i>Helicoverpa zea</i> ÉPOCA DE INVIERNO, 2004.	67
6.6.1 Número de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> presentes en el follaje del cultivo de tomate.....	67
6.6.2 Número de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> contabilizados en la época de invierno.....	69
6.6.3 Número de frutos dañados por <i>Helicoverpa zea</i> productor Otoniel Aguirre, época de invierno, 2004.....	71
6.7 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO EN EL CICLO DE VERANO.	73
6.8 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL CICLO DE INVIERNO.	73
6.9- ANÁLISIS ECONÓMICO:	76
6.10 PORCENTAJE DE PLANTAS CON SÍNTOMAS DE VIROSIS	81
6.11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE PARASITOIDES DE <i>Bemisia tabaci</i>	84
6.12 PARASITOIDES DE MOSCA BLANCA <i>Bemisia tabaci</i>	84
6.13 PORCENTAJE DE PARASITISMO.....	85
6.14 PARASITOIDES DE MINADOR DE LA HOJA DE TOMATE (<i>Liriomyza</i> spp).....	87
6.15 TASA DE PARASITISMO POR TRATAMIENTO	89
VII CONCLUSIONES.....	90
VIII RECOMENDACIONES	91
IX. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	92
X ANEXO	102

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Principales insectos plagas y enfermedades reportados en el cultivo de tomate.</i>	6
<i>Cuadro 2. Parasitoides de mosca blanca reportados en Nicaragua.</i>	14
<i>Cuadro 3. Tratamientos evaluados.</i>	22
<i>Cuadro 4. Severidad de síntomas de virosis: Clasificación de las plantas según la escala de severidad propuesta por AVRDC se ha determinado únicamente en la plantación (Escala).</i>	34
<i>Cuadro 5. Número promedio de larvas de Helicoverpa zea capturados en hojas del cultivo de tomate por tratamiento en la fase reproductiva del cultivo, época de Verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	62
<i>Cuadro 6. Número promedio de larvas de Helicoverpa zea por tratamiento presentes en el cultivo de tomate en función del tiempo, época de invierno, 2004.</i>	68
<i>Cuadro 7. Número promedio de huevos de Helicoverpa zea por tratamiento presentes en el cultivo de tomate en función del tiempo, época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua, 2004.</i>	70
<i>Cuadro 8. Promedio de frutos dañados por Helicoverpa zea por tratamiento en función de los ddt, en época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	72
<i>Cuadro 9. Rendimiento promedio de frutos de tomate en Kg/ ha para los diferentes tratamientos evaluados. Durante dos épocas de cosecha. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	74
<i>Cuadro 10. Presupuesto parcial ciclo de verano.</i>	77
<i>Cuadro 11. Análisis de retorno marginal.</i>	78
<i>Cuadro 12. Presupuesto parcial ciclo de invierno.</i>	79
<i>Cuadro 13. Análisis de retorno marginal.</i>	80
<i>Cuadro 14. Número de plantas presentando síntomas de virosis en la época de verano, 2004.</i>	81
<i>Cuadro 15. Número de plantas presentando síntomas de virosis a los 80 ddt época de invierno, 2004.</i>	82
<i>Cuadro 16. Resultados de pruebas de PCR y ELISA para detectar enfermedades de origen viral en tejidos del cultivo de tomate Lycopersicon esculentum Mill.</i>	83
<i>Cuadro 17. Número de parasitoides de Liriomyza spp por tratamiento en el cultivo de tomate en función de los ddt.</i>	88

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Número promedio de adultos de Bemisia tabaci por planta contabilizados en el cultivo de tomate; Johnny Aguirre. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	41
<i>Figura 2. Número promedio de adultos de Bemisia tabaci/ pta en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	41
<i>Figura 3. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por hoja contabilizadas en el cultivo de tomate, productor Johnny Aguirre. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	42
<i>Figura 4. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	42
<i>Figura 5. Número de huevos de Bemisia tabaci por hoja en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	43
<i>Figura 6. Número promedio de huevos de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento, productor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	43
<i>Figura 7. Número de adultos de B. tabaci por planta contabilizados en el cultivo de tomate, productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	49
<i>Figura 8. Número promedio de adultos de Bemisia tabaci/ pta/ tratamiento contabilizados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	49
<i>Figura 9. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por planta contabilizados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	50
<i>Figura 10. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci/ hoja/ tratamiento reportados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	50
<i>Figura 11. Número promedio de huevos de Bemisia tabaci por hoja Otoniel Aguirre; época de verano, Sébaco, Nicaragua, 2004.</i>	51
<i>Figura 12. Número promedio de huevos de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	51
<i>Figura 13. Número de adultos de Bemisia tabaci por planta contabilizados en el cultivo de tomate.</i>	54
<i>Figura 14. Número promedio de adultos de Bemisia tabaci por planta por tratamiento en el cultivo de tomate, productor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	54
<i>Figura 15. Número de ninfas de Bemisia tabaci por planta contabilizadas en el cultivo de tomate. Productor Johnny Aguirre; época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	55
<i>Figura 16. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate, agricultor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	55
<i>Figura 17. Número de huevos de Bemisia tabaci por hoja por. Productor Johnny Aguirre; época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	56
<i>Figura 18. Número promedio de huevos de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	56
<i>Figura 19. Número de Bemisia tabaci en estado adulto por planta contados en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	59
<i>Figura 20. Número promedio de adultos de Bemisia tabaci por planta en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre; época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	59
<i>Figura 21. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por hoja contabilizados en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	60
<i>Figura 22. Número promedio de ninfas de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	60
<i>Figura 23. Número de huevos de Bemisia tabaci por hoja. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	61
<i>Figura 24. Número promedio de huevos de Bemisia tabaci por hoja por tratamiento presentes en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	61
<i>Figura 25. Número promedio de larvas de Helicoverpa zea por planta encontrados por tratamiento estudiado en función del tiempo. Productor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	63
<i>Figura 26. Número promedio de larvas de Helicoverpa zea por planta en el cultivo de tomate durante la época de verano. Productor Johnny Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	64
<i>Figura 27. Número promedio de frutos por planta dañados por Helicoverpa zea. Productor Johnny Aguirre. Época de Verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	66
<i>Figura 28. Número promedio de frutos dañados por Helicoverpa zea por tratamiento en el cultivo de tomate durante la época de verano. Productor Johnny Aguirre, Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	67

<i>Figura 29. Número promedio de larvas de Helicoverpa zea por planta en el cultivo de tomate, época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	68
<i>Figura 30. Promedio de larvas de Helicoverpa zea por planta/ tratamiento en el cultivo de tomate, en la época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	69
<i>Figura 31. Promedio de huevos de Helicoverpa zea por planta/ tratamiento en el cultivo de tomate, época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	71
<i>Figura 32. Promedio de frutos dañados por Helicoverpa zea/ planta/ tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	72
<i>Figura 33. Rendimiento promedio de frutos de tomate en kg/ ha por tratamiento durante la época de verano e invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.</i>	73
<i>Figura 34. Número promedio de parasitoides Encarsia spp recolectados en el cultivo de tomate, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	86
<i>Figura 35. Número promedio de parasitoides Encarsia spp recolectadas en el cultivo de tomate, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	86
<i>Figura 36. Número promedio de parasitoides de Liriomyza spp muestreados en el cultivo de tomate, en la época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	87
<i>Figura 37. Número promedio de parasitoides de Liriomyza spp recolectados por tratamiento en los meses de junio a Agosto. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.</i>	88

I-INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas económicamente más importante a nivel mundial. En América Central se siembra 21,000 ha por año, con utilidades que exceden los US\$50 millones; gran cantidad de personas están involucradas en su producción, mercadeo y agroindustria (CATIE 1990). En Nicaragua en lo que se refiere al rubro de las hortalizas, el tomate ocupa uno de los primeros lugares, tanto en consumo, producción y comercialización. Los rendimientos promedios varían de 12 a 18 ton /ha. En el país, anualmente se cultivan de 2,000 a 2,500 ha (INTA, 2001).

En Nicaragua la mosca blanca se ha convertido en una de las plagas, que ha provocado las mayores pérdidas económicas en el tomate. En este cultivo, una transmisión temprana del virus puede causar una pérdida total. Los primeros daños de gran impacto ocasionados por la mosca blanca, en el cultivo del tomate fueron reportados en el año 1986 en el Valle de Sébaco-Matagalpa. Para 1990-1991, se reportaron disminuciones de cosecha entre el 20 y 50% y para 1991-1992 las pérdidas oscilaron entre el 30 y el 100% (Sediles, 2000), esta situación está ocasionando hasta la fecha: una disminución de áreas destinadas a este cultivo, pérdidas económicas, calidad del producto y altos costos de producción debido al uso de cantidades y diversidades de productos químicos, no obstante, su empleo continuo puede seleccionar individuos resistentes en la población.

Entre las principales plagas del cultivo de tomate está *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*. La mosca blanca, es la principal plaga de este cultivo en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, México y EEUU. (Álvarez *et al.* 1993, Brown 1993, Caballero y Rueda 1993, Comisión Nacional de mosca blanca 1993, Dardón 1993, Hilje *et al.* 1993, Serrano *et al.* 1993, Zachrisson y Poveda 1993).

Bemisia tabaci ha provocado pérdidas cuantiosas en América desde 1981, disminuyendo la productividad de los cultivos alimenticios (tomate, chile dulce y frijol) y textiles (Brown 1993). En América Central y el caribe ha afectado severamente la agricultura y la economía de los países (Hilje y Arboleda 1993). En Costa Rica hasta mediados de los años ochenta, esta plaga era considerada como una plaga secundaria y con poca relevancia económica; sin embargo, actualmente provoca graves daños y su importancia, se ha incrementado (Hilje *et al.* 1993).

En Mesoamérica y el caribe, sus daños se deben especialmente a la transmisión de geminivirus, sobre todo en frijol y tomate (Hilje y Arboleda 1993). En dichos cultivos, las enfermedades virales más frecuentes son el mosaico dorado del frijol (BGMV) (Morales 1994) y varios tipos de mosaicos y moteados del tomate (Polston y Anderson 1997), las cuales han causado graves crisis en varios países

(Hilje y Arboleda 1993). Para estos dos cultivos, es frecuente que todas las plantas de una parcela se infecten, aunque se usen insecticidas y las densidades del vector sean bajas; en tomate, ello sucede con apenas 0,3 adultos/ planta, en promedio (Cubillo *et al.* 1999). El combate de mosca blanca mediante insecticidas resulta difícil y costoso (Osborne y Landa 1992). Estos productos son ineficaces debido, principalmente, a que pocos adultos pueden diseminar rápidamente el virus en toda la plantación (Hilje 1993). Los agricultores, por esto, aplican en forma exagerada, aumentando la frecuencia, la dosis y combinando inadecuadamente los insecticidas (Salguero 1993).

El gusano del fruto *Helicoverpa zea*, es una plaga importante en toda la zona tomatera de la región; esta plaga provoca pérdidas en el cultivo de tomate de manera importante, dependiendo de la época del año, siendo mayor en el verano, generalmente su control se realiza mediante insecticidas químicos y en algunos casos, también se utiliza el *Bacillus thuringiensis*

En Nicaragua el control de plagas desfoliadoras, se ha hecho con base a productos químicos. El uso constante de estos productos ha conllevado a crear problemas de resistencia de las plagas a los mismos, haciendo cada vez más difícil su control, obligando a los agricultores a cambiar productos, aumentar dosis y recurrir a la conjugación o mezclas de varios productos. Para tratar de evitar los problemas producidos por los químicos, se hace necesario investigar otras alternativas de control.

En el departamento de control de plagas de la UNAN-León de Nicaragua, se han realizado estudios de investigación de aislados virales con el objetivo de ofrecer alternativas biológicas para el manejo de plagas desfoliadoras, tales como: *Spodoptera sunia*, *Spodoptera exigua*, *Spodoptera frugiperda*, *Pseudoplusia includens* y *Helicoverpa zea*. Estos estudios se han realizado en cultivos como pipian, soya, maíz, chiltoma y tomate. Los productores de Nicaragua han venido utilizando preparaciones acuosas de diferentes plantas con algunas propiedades de control sobre plagas de importancia agrícola. Las plantas utilizadas han sido nim, chile y madero negro. Los resultados de las aplicaciones en el campo han sido muy satisfactorias lo que ha conllevado a iniciar pruebas en el laboratorio del Departamento de control de plagas de la Universidad de León de Nicaragua, con el objetivo de confirmar la efectividad que tienen estas plantas sobre poblaciones de plagas desfoliadoras. (VI Congreso Nacional MIP, 1997)

II- OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de bioplaguicidas comparado con plaguicidas sintéticos para el control de *Bemisia tabaci* en etapa vegetativa y *Helicoverpa zea* en etapa reproductiva del cultivo de tomate.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ☐ Determinar el efecto insecticida de nim natural aceite 15 EC y spintor comparados con confidor y metamidofos sobre el control de mosca blanca y gusano del fruto en el cultivo de tomate.
- ☐ Evaluar el efecto de los tratamientos evaluados sobre enemigos naturales de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza* spp.
- ☐ Evaluar el presupuesto parcial y TRM en los tratamientos estudiados.

III-HIPÓTESIS

- ☐ Los bioplaguicidas ejercen mejor control sobre mosca blanca y gusano del fruto al compáralos con los plaguicidas sintéticos.
- ☐ Los bioplaguicidas evaluados en el experimento tiene menos efectos negativos sobre enemigos naturales de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza* spp con relación a los tratamientos sintéticos.
- ☐ Los beneficios netos son mayores en los tratamientos bioplaguicidas con relación a los tratamientos sintéticos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 FENOLOGÍA DEL TOMATE E INCIDENCIA DE PLAGAS

4.1.1 Fase inicial

Comienza con la germinación de la semilla y se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca. En esta fase, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis. En este período las plantas son especialmente susceptibles al ataque de hongos del suelo, como *Pythium* spp. y *Rhizoctonia* spp. Esta fase tiene una duración aproximada de 45 días (Bolaños, 1998).

4.1.2 Fase vegetativa

En esta fase, el aumento de materia seca es más lento. Los requerimientos de luz, temperatura y agua son similares a los de la fase inicial, aunque se requieren mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. Las plagas del follaje son más importantes, puesto que la planta ha desarrollado mayor área foliar y resulta muy atractiva para las larvas de lepidópteros y minadores (Bolaños, 1998). En ésta etapa predominan las plagas que atacan el follaje; gusanos cortadores, ácaros e insectos transmisores de enfermedades, tales como áfidos y mosca blanca, los nemátodos comienzan a invadir el sistema radicular, según las condiciones ambientales; enfermedades como virosis, marchites y tizones estarán presentes con importancia variable (CATIE-MIP, 1990).

Los geminivirus se reproducen en el floema transportándose rápidamente por la planta, dentro de esta se pueden multiplicar y desplazar en forma sistémica en menos de 24 h (Rivas *et. al* citado por Flores 2003). En el caso del ToYMoV, el vector lo puede adquirir en 4 h de alimentación (Bonilla 1995). En general, los geminivirus tienen un período de latencia que varía entre 4-20 h en el cuerpo del insecto (Lastra 1993). En este cultivo, las etapas de mayor susceptibilidad (período crítico) comprenden los primeros 45-60 días después de la siembra (Franke *et al.* Acuña 1993, Schuster *et al.* 1996). Es común que varios geminivirus aparezcan mezclados dentro de una misma planta, originando complejas interacciones (Rivera-Bustamante 1995).

Se debe realizar el manejo adecuado de la mosca blanca y evitar que inocule las plantas durante el período crítico, cuando estas son más susceptibles (Hilje 1993). En el caso del tomate, dicho período comprende aproximadamente las ocho primeras semanas desde la germinación.

4.1.3 Fase reproductiva

Se inicia a partir de la floración y fructificación, se caracteriza porque el crecimiento de la planta disminuye y los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración. Las plagas del follaje continúan siendo de mayor importancia, pero en esta etapa la protección de los frutos contra el ataque de gusanos y chinches se vuelve la primera prioridad. Esta última fase se prolonga de 30-40 días (Bolaños, 1998).

Uno de los principales problemas que afectan el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) en Nicaragua es el complejo de gusanos del fruto (*Helicoverpa* spp, *Spodoptera* spp.). Estos disminuyen el rendimiento al perforar y provocar pudriciones. En Nicaragua se han estimado pérdidas entre el 30 y 50% por ataque de esta plaga, la cual se maneja solamente con químicos, realizando hasta 10 aplicaciones por ciclo. Existen diversas alternativas de control biológico para manejar esta plaga, pero son poco usadas por los productores. El Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria INTA, estación experimental CEVAS, ha experimentado algunos métodos de control de esta plaga, utilizando productos biológicos y sintéticos tales como: *Bacillus thuringiensis*, VPN, y Metamidofos, considerando umbrales económicos de dos masas de huevos, siete larvas u 8% de frutos dañados por cada 50 plantas (hojas) muestreadas. Estudios realizados por el INTA, indican que productos como VPN (Virus de la poliedrosis nuclear), utilizado por si solo no ejercen un control eficiente sobre gusanos del fruto, sin embargo, al aplicarlos combinados o alternos con productos como *Bacillus thuringiensis*, reducen considerablemente las poblaciones de esta plaga, mejorando notablemente el rendimiento del cultivo (Sarriá 2002).

En otros países como Guatemala se realizaron estudios sobre gusano del fruto en el cultivo de tomate, con el fin de reducir el uso de insecticidas de alta toxicidad y sustituirlos por otros productos menos tóxicos. Este programa logró manejar el complejo de insectos plagas del tomate con base al uso de insecticidas biológicos tales como: varias formulaciones de *Bacillus thuringiensis*, VPN (Virus de la poliedrosis nuclear) o plaguicidas muy específicos para el control de lepidópteros. Los plaguicidas específicos por su modo de acción son de baja toxicidad y no tienen efectos negativos sobre el agroecosistema (CATIE 1989). Así mismo, en Costa Rica, se determinó que el asocio tomate y frijol protege la plántula del tomate del ataque de *Spodoptera sunia* Guenné (Rosset 1989).

Otro problema que se presenta en la etapa reproductiva del cultivo de tomate, es la incidencia de virosis y nemátodos, los cuales pueden causar pérdidas significativas en la producción en esta etapa. Las malezas compitiendo por nutrimentos al inicio de la floración y formación del fruto pueden también ocasionar pérdidas importantes en el rendimiento del cultivo (CATIE-MIP, 1990).

4.2 PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS Y ENFERMEDADES REPORTADOS EN EL CULTIVO DE TOMATE

Cuadro 1. Principales insectos plagas y enfermedades reportados en el cultivo de tomate.

Plagas	Daños	Método de control
<i>Agrotis</i> sp. Gusano de tierra	Corte de plántulas.	Buena labranza.
<i>Diabrotica balteata</i> Tortuguilla.	Corte de las plántulas, perforan las hojas, barrenan el tallo.	Químico.
<i>Liriomyza</i> sp. Minador. <i>Bemisia tabaci</i> Mosca blanca	Marchites de las hojas. Portadores de virus y geminivirus, extracción de savia	Químico. Químico
<i>Heliothis</i> sp. Perforador del fruto	Barrena el fruto.	Químico.
<i>Macrosipum</i> sp. Afidis	Pican y chupan sabia. Transmiten virus.	Químico.
<i>Trichoplusia</i> sp. Gusano masticador.	Defoliación de las hojas.	<i>Trichogramma</i> spp. Químico.
<i>Spodoptera</i> sp. Gusano masticador.	Come hojas y tallos.	Químico.
<i>Aphion</i> sp. Picudo	Come base del tallo.	Químico.
Enfermedad	Síntomas o daños	Método de control
Mal del talluelo (<i>Pythium</i> sp.) (<i>Rhizoctonia</i> sp.) (<i>Phytophthora</i> sp.)	Marchitamiento de plántulas. Pudrición y adelgazamiento de la base del tallo.	Control de humedad. Desinfección del suelo. Aplicación de cal. Baja densidad de siembra.
Marchitez (<i>Fusarium oxysporum</i>) (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	Amarillamiento de hojas inferiores, marchites de la base, pudrición.	Rotación de cultivo. Desinfección de semilleros.
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	Necrosis y defoliación. Depresión en el pedúnculo.	Semilla tratada. Buena fertilización con K.
Tizón temprano(<i>A. solani</i>)	Necrosis y defoliación. Depresión en el pedúnculo.	Semilla tratada. Buena fertilización con K.

(Montes, 1991).

4.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DAÑOS OCASIONADOS POR *Bemisia tabaci*.

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*), es un insecto muy pequeño del tamaño de una cabeza de alfiler con alas blancas, que casi siempre se observa debajo de las hojas. Su aparato bucal es una especie de aguja muy fina y pequeña para chupar la savia o jugo de las plantas (Hilje y Stansly 2000).

4.3.1 Como plaga

Succiona sabia de la cual se alimenta, segregando sustancias nucleosas que sirven de sustrato al hongo que causa la fumagina y también inyecta toxinas a la planta en el momento en que se alimenta. Es una plaga de mucha importancia económica, por las pérdidas que se derivan de las enfermedades producidas por los virus que transmite. En zonas tomateras de Honduras, desde 1989 la producción se ha concentrado exclusivamente en las grandes compañías, únicas capaces de poder asumir los altos costos en la búsqueda de opciones de control; hay casos de pequeños agricultores que han abandonado el cultivo y dedicado a otras actividades (Sponagel y Funez, 1994).

4.3.2 Como vector

Transmite geminivirus al tomate, el cual produce la enfermedad conocida como Crespo del tomate (Hilje, 1996). No hay evidencias de que los geminivirus se reproduzcan dentro del vector (Saunders, 1998). Este insecto ha llegado a causar como vector de virus en tomate, pérdidas de 30-100% en el ciclo de 1991-1992 en el valle de Sébaco de Nicaragua (INTA, 1999). Así mismo, en el ciclo 1990-1991 se reportaron reducciones en la cosecha de tomate en 20-50%. En estos dos ciclos de producción las áreas de siembra se redujeron hasta un 60%, en comparación con el ciclo 1989-1990, por causa de la virosis (Comisión Nacional de Mosca Blanca 1993).

El daño más importante producido por mosca blanca, es el indirecto, por medio de la transmisión de enfermedades virales, provocadas principalmente por geminivirus. Dichas enfermedades pueden reducir hasta en un 100% los rendimientos del cultivo de tomate, si la infección se produce en los primeros 40-50 días, después de la germinación de las plántulas (Lastra 1993). El problema actual con *B. tabaci* obedece básicamente a los siguientes factores: sus poblaciones desmesuradas y a la asociación con geminivirus, que por reproducirse en el floema son muy dañinos (Hilje, 1996), entre estos tipos de geminivirus se destaca el del mosaico dorado del frijol y el del mosaico amarillo del tomate. Las densidades altas dependen básicamente del potencial reproductivo, fecundidad, tiempo generacional y proporción de sexos (Hilje, 1996).

4.3.3 Ciclo de vida y reproducción de *Bemisia tabaci*.

El ciclo de vida de *Bemisia tabaci* está muy influenciado por factores abióticos como la temperatura, la humedad relativa y el foto período, así como las características de su hospedante, por lo que la literatura al respecto es muy variable. Los huevos de *Bemisia tabaci*, son colocados individualmente o en grupos en el envés de las hojas. La eclosión puede presentarse entre 5-10 días después (Byrne y Bellows 1991).

La fecundidad, es de 100 a 300 huevos y varía dependiendo de las condiciones ambientales (Brown y Bird 1992). La ninfa presenta cuatro estadios (3-6, 3, 2 y 2-4 días de duración respectivamente), de los cuales solo es móvil el primero (King y Saunders 1984, Byrne y Bellows 1991); se alimentan únicamente en el envés de las hojas.

El adulto mide 1-2 mm de longitud, y es blanco. El ciclo de vida bajo condiciones óptimas en el trópico, generalmente dura menos de tres semanas (Mound 1983), y es afectado por las condiciones ambientales (temperatura y precipitación) y el tipo de hospedante (King y Saunders 1984, Byrne y Bellows 1991). Los adultos de la estación seca tienen una longevidad de 10-15 días (Van Lenteren y Noldus 1990), siendo las hembras las que generalmente viven más tiempo (Mound 1983). La proporción de sexo generalmente es 1:1 (Van Lenteren y Noldus 1990), aunque las hembras infertilizadas colocan huevos de los cuales eclosionan solamente machos (Mound 1983).

Este vector es una plaga estacional, cuyo impacto más severo se presenta en la estación seca (Hilje *et al.* 1993). La alta temperatura, baja humedad relativa y baja cantidad de lluvia favorecen el incremento de las poblaciones (Anzola y Lastra 1985, Saikia y Muniyappa 1989), especialmente en los cultivos irrigados, fertilizados con nitrógeno, donde las condiciones para el aumento de su población son las ideales (Mound 1983, Anzola y Lastra 1985).

4.3.4 Hospedantes de mosca blanca *Bemisia tabaci*

Las plantas hospedantes juegan un papel de gran importancia en la sobrevivencia de *Bemisia tabaci*, cuando las condiciones son desfavorables (Cohen *et al.* 1966). Así, los hospedantes de hojas persistentes permiten a los primeros estadios sobrevivir en esas condiciones. Tanto cultivos comerciales como plantas silvestres le sirven de refugio o fuente de alimento (Coudriet *et al.* 1985). La distribución cosmopolita de *Bemisia tabaci* se ve acrecentada por el amplio ámbito de hospedantes silvestres y cultivos que se han registrado hasta ahora, que incluye más de 500 especies (Brown y Bird 1992, Greathead 1992, Brown *et al.* 1995, Wagner 1995), las cuales se encuentran distribuidas en 74 familias, predominando las leguminosae, Compositae, Malvaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae y

Cucurbitaceae (Greathead 1992). En Mesoamérica se tienen informes de 70 especies hospedantes, las cuales pertenecen a 39 familias, tanto cultivadas como silvestres, predominando las Compositae (17 especies), Solanaceae (10), Cucurbitaceae (8), Malvaceae (7), Euphorbiaceae (5) y Leguminosae (4) (Hilje 1995). En Costa Rica, ataca 10 cultivos (Hilje 1995), pero no se reproduce en todos, destacándose al algodón y chile dulce, en los que pueden causar daños directos por la extracción de savia, e indirectos por la secreción de mielecillas (Hilje *et al.*1993).

En América Latina y el Caribe, *Bemisia tabaci* ha causado problemas en *Ipomea batatas* (camote) (Convolvulaceae); *Citrullus lanatus* (sandía), *Cucumis melo* (melón), *C. sativus* (pepino), *Cucúrbita máxima* (zapallo), *C. mixta* (pipian), *C. moschata* (ayote) (Cucurbitaceae); *Glycine max* (soya) y *Phaseolus vulgaris* (fríjol) (Leguminosae); *Gossypium hirsutum* (algodón) e *Hibiscus esculentus* (okra) (Malvaceae); *Capsicum annum* (chile dulce), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Solanum melongena* (berenjena), *S. Tuberosum* (papa) y *Nicotiana tabacum* (tabaco) (Solanaceae) (Brown 1990, Lourencao y Nagai 1994, Caballero y Pitty 1995).

En el Valle de Sébaco, Nicaragua, se detectó la presencia de *Bemisia tabaci* en cinco cultivos (tomate, chile dulce, fríjol, pepino y rábano) y en 19 plantas silvestres, de las cuales *Tithonia rotundifolia* (Asteraceae), *Malvastrum* sp. (Malvaceae), *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae), *Physalis lagascea* (Solanaceae) y *Melampodium divaricatum* (Asteraceae) podrían jugar un papel importante en la dinámica poblacional del insecto (Guharay 1994).

4.3.5 Biotipos, resistencia y adaptabilidad de *Bemisia tabaci*

El término biotipo, aplicado a los insectos, se usa para distinguir entre dos o más poblaciones morfológicamente similares o indistinguibles, pero que difieren entre ellas en cuanto a la preferencia de hospedante, tiempo de desarrollo, resistencia a insecticidas y otras características de importancia biológica o ecológica (Bush, 1994; citado por Anderson, 2000).

Se han distinguido varias razas de *Bemisia tabaci*, con base en su ubicación geográfica, a los hospedantes que atacan, a características morfológicas y a esterasas marcadoras (Brown 1993; Bedford *et al.* 1994). Hasta 1992 se habían reportado en América Central los biotipos B, C, D y F (Brown 1993, Brown *et al.* 1995). Debido a la gran similitud morfológica (Bethke *et al.*1991) la especie *Bemisia tabaci* muchas veces comprende un complejo de razas o, según ciertos autores, un complejo de especies (Bellows *et al.* 1994; Perring *et al.* 1993). El biotipo B de *Bemisia tabaci* se caracteriza por poseer una mayor fecundidad (Bethke *et al* 1991) que le confiere la capacidad de desplazar poblaciones previamente establecidas de otros biotipos, lo que eventualmente podría producir cambio en la

epidemiología de los virus que transmiten (Cohen *et al* 1992). Esta raza produce una o varias toxinas que provocan en los hospedantes síntomas que le son particulares (Bedford *et al.* 1994; Brown *et al.* 1992a; Cohen *et al.* 1992; Costa *et al* 1993; Yakomi *et al.* 1990).

El adulto después de emerger a los pocos minutos empieza a comer y de dos a cuatro horas la hembra puede colocar los huevos. Las hembras vírgenes colocan los huevos viables de los cuales se desarrollan exclusivamente machos (Partenogénesis), pero generalmente ocurre la cópula y las hembras son fertilizadas (Anderson y Rojas, 1994). El apareamiento comienza en el período comprendido entre doce horas y hasta dos días después de la emergencia según la temperatura ambiente (Hilje, 1996).

4.3.6 Patrones de comportamiento de *Bemisia tabaci*

El conocimiento del comportamiento (Capacidad de vuelo, horas de actividad, selección de hospedantes y aspectos sensoriales) de *Bemisia tabaci* es un elemento clave para su manejo (Cohen y Berlinger 1986). *Bemisia tabaci* no es un volador eficiente (Byrne *et al.* 1990), y comúnmente se desplaza a menos de 50 cm del suelo (Cohen y Berlinger 1986). En sus poblaciones normalmente coexisten dos morfos o tipos de insectos en relación con el vuelo, uno migratorio y otro de vuelos triviales (Byrne y Houck 1990). El desplazamiento del primero depende de corrientes de vientos a grandes alturas, las cuales son aprovechadas por el insecto para colonizar campos lejanos, hasta 7 km desde su punto de origen, temprano por la mañana (Byrne y Von Bretzel 1987, Byrne y Blackmer 1996, Cohen y Ben Joseph 1986). En cambio, los vuelos cortos son continuos durante el día (Blackmer y Byrne 1993).

Gerling y Horowitz 1984, en Israel, capturaron una mayor cantidad de insectos en vuelo entre las 0600 y 0900 h en campos de vid y en barbecho, y entre 0900 1200 h en campos de algodón; ellos relacionaron estos resultados principalmente con la alimentación y oviposición y no con la temperatura. (Musuna 1986) detectó muy poca actividad de vuelo temprano en la mañana en el algodón, alcanzando el máximo también entre las 0900 y 1200 h. (Bellows *et al.* 1988), en melón, sandía y algodón en el suroeste de California, en las épocas de verano y otoño, detectaron un incremento en el número de adultos en vuelo capturados hacia el mediodía y una relación exponencial directa con la temperatura, pero no con la humedad relativa; la captura de insectos en la noche fue muy pobre. Dichos autores plantean que la temperatura puede ser un factor que afecta o talvez limita el número de insectos en vuelo. También (Byrne y Bellows 1991) mencionan que la mayor actividad de vuelo se presenta en la mañana y al mediodía. Shute y Bruno 1976 determinaron que este insecto tiene una preferencia de vuelo entre los 0800 y 0900 h. Según estudios realizados en Sébaco, Nicaragua en los años 1992-1994, *Bemisia tabaci* no se comportó como una plaga que se desplaza a larga distancia, ésta más bien tiene un movimiento local o sea que se mueve de una planta a otra dentro de una misma parcela o de una finca

vecina a otra por efecto del viento o porque el hombre mismo la traslada, ya sea en su ropa o bien en los implementos agrícolas y por lo tanto hay una mayor infestación de plantas (Rojas, 1999; citado por Valladares *et al.*, 2002).

4.3.7 Comportamiento de *Bemisia tabaci* respecto a la época lluviosa y seca

En Israel, Horowitz (1986); citado por Cave *et al.* (1998), asume que factores abióticos como precipitación y humedad relativa fueron los causantes de alta mortalidad de huevos y ninfas del primer instar reduciendo el número de *Bemisia tabaci* en algodón. El factor más importante en la dinámica poblacional de *B. tabaci* parece ser la abundancia de lluvia; la cual tiene una correlación inversa a la densidad de mosca blanca, es decir que los altos niveles de lluvia suprimen la mosca blanca (Kalifa y El Khidir, 1965; Anzola y Lastra, 1985; Gill y Rataul, 1988; Rao *et al.*, 1989; citados por Anderson y Rojas, 1994).

Armenta (1981), citado por Salinas (1994), encontró que la mayor incidencia de mosca blanca en México se presentaba durante el mes de Septiembre (desde 10 hasta 25 ninfas por hoja), decreciendo bruscamente a partir del 15 de Octubre, manteniéndose prácticamente en cero durante Noviembre y Diciembre, aumentando nuevamente a partir del 15 de Enero. Dicho crecimiento fue geométrico, a partir del 20 de Febrero hasta el mes de Abril, donde la población se mantuvo estable.

Las poblaciones de *Bemisia tabaci* por lo general son muy altas en la estación seca, ya que su potencial reproductivo puede expresarse mejor, pues su temperatura óptima está entre 20-30 °C (Gerling *et al.*, 1986; citado por Hilje, 1996) dentro de dicho ámbito el tiempo generacional se acorta y la fecundidad se aumenta, esto favorece la rápida diseminación de los geminivirus, sin embargo, para esto no se requiere gran cantidad de adultos, pues a pesar de las bajas poblaciones es común observar campos de cultivos totalmente afectado por la virosis (Hilje *et al.*, 1996).

4.3.8 Actividad y distribución espacial de *Bemisia tabaci*.

En el Valle de Sébaco, Nicaragua, se ha observado que el movimiento de adultos hacia las plantas de tomate depende de la ubicación de éstas dentro del campo en relación con la dirección del viento, y en la mayoría de los campos comerciales se observa un gradiente decreciente de la incidencia de virosis desde las plantas directamente expuestas al viento hacia las partes menos expuestas (Guharay 1994).

El vuelo a cortas distancia ocurre cuando el insecto se moviliza bajo el dosel del cultivo en busca de hojas jóvenes para su alimentación y oviposición (Cohen y Ben-Joseph 1986, en Byrne y Bellows 1991). El vuelo a largas distancias se da cuando los adultos se alejan de la planta hospedante y viajan, casi pasivamente, transportados por el viento; sin embargo, a pesar de que incluso los morfos migratorios suelen ser malos voladores, se ha determinado que algunos se trasladan a distancias mayores a 7 km.

Los patrones de distribución espacial en el campo pueden variar durante la temporada del cultivo, desde aleatorios hasta agregados (Polston *et al.* 1996). Cuando un cultivo se está tornando senescente o bien esta en cosecha, los adultos tienden a emigrar en busca de un mejor sitio de colonización y además se ha encontrado que son las hembras las que inician la nueva infestación (Cock 1986). *Bemisia tabaci* no emigra en masa y la nueva infestación del cultivo ocurre por un resultado del proceso secuencial de emigración moderada y explosión de la plaga dentro del cultivo, es decir, que inicialmente unos pocos adultos llegan al cultivo y mediante la reproducción de estos alcanzan altas poblaciones que causan la epidemia viral en el cultivo (Cock 1986).

4.3.9 Medidas preventivas y técnicas culturales implementadas en el cultivo de tomate para el control de *Bemisia tabaci*.

- Ubicación de malla en contorno a los semilleros o invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo semillero o invernadero.
- Eliminar rastrojos del cultivo al final de la cosecha para evitar fuentes de inóculo de adultos de mosca blanca.
- Control biológico mediante enemigos naturales.
- Control químico mediante sustancias preparadas y dosificadas racionalmente (Castaño y Mendoza, 1994).

4.3.10 Enemigos naturales de la mosca blanca

La mosca blanca tiene enemigos naturales en el campo, hay insectos que se alimentan de los huevecillos y ninfas que están debajo de las hojas del cultivo y a estos se les llama depredadores (Jiménez, 1999).

Un depredador es un organismo de vida libre durante toda su vida; este captura y mata a su presa usualmente más pequeña y requiere más de una presa para su completo desarrollo (Cave, 1996).

4.3.11 Principales características de los depredadores

- ❖ Consumen varias presas durante su ciclo de vida.
- ❖ Tamaño generalmente mayor que el de su presa.
- ❖ Causan una muerte violenta.
- ❖ Buscan activamente una presa para consumirla (Nunes, 2000).

Otros autores describen diferentes enemigos naturales de mosca blanca presentes en los agroecosistemas (Saunders *et al.*, 1998), menciona como depredadores de mosca blanca a *Chrysoperla externa*, *Chrysoperla maculata*, (Neuroptera: Chrysopidae) y *Delphastus mexicanus* (Coleoptera: Coccinellidae). Es importante señalar que en hábitat no perturbados algunas arañas pueden jugar un papel importante como depredadores de mosca blanca (Cave, 1996). Del orden Hemíptero se han reportado los géneros *Nabis* spp. (Fam.: Nabidae), y *Geocoris* spp. (Fam.: Lygaeidae), que se alimentan de huevos y larvas de lepidópteros y de todas las etapas de la mosca blanca, además está el género *Deraeocoris* spp. (Fam.: Miridae), que se alimenta de moscas blancas, áfidos y ácaros (Cave *et al.*, 1998). Los parasitoides una clase especial de depredador que generalmente es más pequeño o a lo sumo del mismo tamaño de su hospedante del cual se alimenta progresivamente hasta causarle la muerte requiriendo de sólo una víctima para completar su desarrollo hasta su estado adulto (Nunes, 2000).

4.3.12 Principales características de los parasitoides

- Causan la muerte de su hospedero lentamente.
- Tamaño similar al del hospedero.
- Su hospedero pertenece a la misma clase taxonómica o a una clase estrechamente relacionada.
- Consumen un solo hospedero durante su ciclo de vida inmadura (Nunes, 2000).

4.3.13 Parasitoides de mosca blanca reportados en nicaragua

Cuadro 2. Parasitoides de mosca blanca reportados en Nicaragua.

Nombre del parasitoide	Lugares donde se ha encontrado parasitando
<i>Encarsia pergandiella</i>	Managua , Sébaco , Estelí y Nandaime
<i>Encarsia porteri</i>	Managua
<i>Encarsia desantisi</i>	Nandaime
<i>Encarsia nigricephala</i>	Estelí
<i>Amitus</i> spp.	Sébaco
<i>Eretmocerus</i> spp.	Managua

(Jiménez, 1999).

4. 3.14 Gusanos del fruto

Existen diferentes tipos de gusanos que atacan el cultivo de tomate, alimentándose de las hojas, flores y frutos. Los más dañinos son los que se comen los frutos, debido al valor que estos tienen. Generalmente los agricultores aplican de forma irracional los insecticida sintéticos para combatir estos gusanos, realizando en algunas ocasiones hasta 10 aplicaciones por hectárea para el control de esta plaga (Sarria 2002). Sin embargo, esto es caro, elimina los insectos benéficos y contamina el medio ambiente. Se recomienda realizar muestreos de gusanos del fruto para determinar si es necesario aplicar insecticidas contra el gusano y evitar pérdidas económicas en el cultivo. Los muestreos se deben realizar desde el inicio de la floración, se recomienda seleccionar plantas al azar y cada cantidad de pasos, hasta abarcar toda la parcela. Para muestrear los gusanos del fruto se revisan cuidadosamente la hoja más alta de cada planta que esté completamente abierta y se cuentan los huevos y larvas. Cuando la plantación ya tiene frutos el método de muestreo es diferente. Se debe revisar un fruto de cada planta escogida y el fruto debe medir una pulgada de un lado hacia el otro, preferiblemente. (Hilje 2002)

Para los gusanos del fruto antes que fructifique la planta, se considera un umbral de cuatro huevos o larvas pequeñas por cada 30 plantas muestreadas por parcela. Si los huevos están negros es porque han sido parasitados, por lo tanto no se contabilizan, pero si tienen un anillo rojo o los gusanos ya han nacido, se debe aplicar el insecticida el mismo día. Si los huevos están blancos o amarillos se debe atomizar dos o tres días después. Cuando el cultivo ha fructificado se recomienda considerar un umbral de dos frutos de una pulgada de tamaño y que muestren daños frescos del gusano, por cada 30 plantas muestreadas por parcela (Hilje 2002).

4.3.15 *Spodoptera eridania* Gusano negro, gusano prodenia.

El complejo *Spodoptera* spp, ataca el cultivo de tomate en diversas regiones de Nicaragua de igual manera, presenta incidencia sobre otros cultivos tales como: Camote, remolacha, leguminosas, maíz, hortalizas y algodón.

Ciclo de vida: Huevo. (4-8) Los ponen en grandes grupos sobre las hojas, cubiertos por escamas grises que salen del abdomen de la hembra en oviposición. Larva. (14-18) Pasa por seis estadios, de 35-40 mm de largo cuando está madura, negra oscura aterciopelada, con rayas amarillas laterales cuando esta pequeña, cuando está más vieja es pardo gris con dos líneas paralelas dorsales de manchas triangulares negras, a veces pobremente definidas, también tiene líneas subdorsales rojizas, se puede distinguir por una línea subspiracular en el primer segmento abdominal inmediatamente detrás del último par de patas verdaderas, cabeza amarilla pardo. Las larvas son gregarias durante los dos primeros estadios, se dispersan durante el tercer estadio generalmente se esconden en el rastro o follaje durante el día y se alimentan de noche; empupan en el suelo. Pupa. (9-12) Pardo brillante, dentro de una celda débil de tierra, de 19-20 mm de largo. Adulto. Envergadura de 28-40 mm, alas delanteras y cuerpo a veces con una mancha negra central o una barra en las alas delanteras, las traseras blancas.

Las larvas se alimentan del follaje, en grandes cantidades provocando defoliación, hacen daño a la fruta del tomate, ocasionalmente actúan como cortadores. Es considerada una de plaga que generalmente representa poca importancia en los cultivos alimenticios, pero puede ser seria en tomate. El método de control generalmente es químico. En el cultivo de tomate se hacen aplicaciones para *Spodoptera* cuando el daño de las larvas es visible. Se debe utilizar productos como: Metamidofos, Etion y Carbamatos; biológicos, parasitoides del huevo *Trichogramma* spp. (Saunders *et al.*, 1998).

4.3.16 *Helicoverpa zea* (Boddie)

Recibe también el nombre de (*Heliothis zea*), es conocido con diferentes nombres por ejemplo; gusano del fruto del tomate, gusano de las cápsulas, gusano elotero y gusano de la mazorca. Esta plaga presenta gran diversidad de cultivos hospedantes tales como: Tomate, maíz, sorgo, leguminosas, algodón y otra gran diversidad de cultivos.

El ciclo de vida, está compuesto de las siguientes fases: Huevo: pone de 2-4, de uno en uno sobre los pelos del maíz, sobre las semillas en desarrollo del sorgo, hojas y frutos del tomate. La fase de larva dura un período de 14-25 días, pasa por seis estadios pueden ser pardo claro, crema o verde, con rayas amarillas o rojas longitudinales y puntos negros, con pelos; de 30-40 mm de largo cuando esta madura. En el cultivo de tomate las larvas pueden alimentarse al principio de las hojas, pero pronto penetran la

fruta, a menudo entran por debajo del cáliz, empupan en el suelo. La fase de pupa dura un período de 10.14 días tiene un color pardo brillante, mide 16 mm de largo, dentro de una celda a una profundidad de 3 a 20 cm en el suelo. La fase adulta presenta una envergadura de 35-40 mm, las alas delanteras paja a verdoso, o pardo con marcas transversales más oscuras; las traseras pálidas, oscurecidas en los márgenes.

El principal daño ocasionado por esta plaga es que se alimentan de los frutos del tomate, taladran la fruta permitiendo la entrada de patógenos y la pudrición. *Helicoverpa zea*, es considerada una plaga de importancia en el cultivo del tomate, debido a su daño directo al producto comercial (fruto). El control realizado para el manejo de esta plaga, en el cultivo de tomate puede ser químico. Es importante hacer aplicaciones de forma preventiva al principio del desarrollo de la fruta (un promedio de cinco frutas puestas por planta) se repiten cuando se vea daño o cada diez días después de la primera aplicación, con cuidado de usar un producto de poca persistencia cuando se acerca la cosecha. Otro tipo de control es el biológico, en este sentido se utilizan parasitoides del huevo *Trichogramma* spp (Hym: Trichogrammatidae); parasitoides larvales *Cotesia marginiventis* (Cresson), *Bracon hebetor* Say (C), *Chelonus antillarum* Marsh (C), *Cotesia insularis* Cresson (C), (Hym: Braconidae), *Euplectrus comstockii* Howard, entre otros parasitoides (Saunders *et al*, 1998).

4.3.17 *Liriomyza* spp.

Minador serpentina de la hoja, esta plaga es conocida por algunos autores con otros nombres tales como; minador de la hoja del tomate, mosquita minadora, gusano minador del tomate, es considerada de importancia secundaria. Dentro de los principales cultivos considerados hospedantes de esta plaga a diferencia del tomate se reportan otros cultivos como; papa, frijol, cucurbitáceas, berenjena, chile, ajo, repollo, plantas ornamentales, remolacha, arveja y haba. Este insecto cuenta con gran diversidad de plantas que le brindan recursos para su subsistencia dentro de la naturaleza.

4.3.18 Ciclo de vida de *Liriomyza* spp

Huevo. (2-4) Lo ponen de uno en uno en la lámina de la hoja. Larva. (7-10) 1-2 mm de largo cuando esta totalmente desarrollada, amarillo a pardo, minan las hojas, comen los tejidos entre las dos epidermis, dejan una huella espiral o retorcida, transparente al principio, pero luego se vuelve pardo. Pupa. (8-15) pupario generalmente en el suelo, pero puede estar dentro de una hoja o pegada a su superficie. Adulto. Mosca pequeña parda o gris, algunas especies tienen una mancha negra sobre el tórax.

Daño: Las larvas minan espirales y galerías en las hojas, el ataque severo provoca que se sequen y caigan las hojas. Esta plaga generalmente es considerada de poca importancia en los cultivos, pero puede ser importante en ornamentales. El método de control es el químico, cuando se observa que más del 20 % del área foliar esta afectada, el cual es un nivel crítico a considerar para tomar la decisión de aplicar un determinado producto para su manejo como: monocrotofos, cartap y carbosulfán. Biológico. Los parásitos larvales *Opius insulares* Ashm. *Opius* sp. Ejercen un efectivo de control sobre esta plaga (Saunders *et al.*, 1998).

4.3 19 El nim

El árbol de nim es nativo de Asia, especialmente de la India, después fue llevado a África fue introducido a Nicaragua, hace 15 años aproximadamente. En Nicaragua fue sembrado en los departamentos de Chinandega, León, Carazo y Sébaco. Desde 1987, el proyecto de Nim ubicado en Diriamba y financiado por la organización Redistribución para un mundo solitario, dicho proyecto trabajaba en tres niveles:

- 1) La siembra de grandes plantaciones.
- 2) La instalación de unidades para el procesamiento de la semilla, a nivel artesanal e industrial.
- 3) Promoción de la siembra y uso del insecticida Nim en cooperativas agrícolas y pequeños agricultores.

Se han realizado estudios con tratamientos de origen vegetal, con los cuales se han obtenido resultados positivos con extractos acuosos de semilla de árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) (Coudriet *et al.* 1985, Zeledón 1990), pero estos no pudieron ser corroborados por Cubillo *et al* (1994, 199b).

El descubrimiento y utilización de sustancias repelentes o disuasivas para *B. tabaci* es una opción adecuada dentro del esquema de manejo integrado del vector y los geminivirus (Hilje 1993), sobre lo cual se ha explorado muy poco. Un repelente es una sustancia que provoca reacciones de alejamiento en el insecto, aunque éste no haya hecho contacto con la planta que los emite, por lo que deben ser sustancias volátiles, mientras que un disuasivo o supresor inhibe algún tipo de actividad una vez que el insecto ha sido atraído (Matthews y Matthews 1978); es decir, la diferencia es que en el segundo caso el insecto no se aleja del sitio donde está la sustancia. (Norris 1990, Cubillo y Hilje 1996).

Este tipo de proyecto, inicio con la promoción de nim como producto de uso botánico para el control de plagas como mosca blanca, dicha aplicación es justificaba en el control de plagas a nivel de huertos caseros o áreas pequeñas (ENLACE 1990). La producción semiindustrial de insecticidas botánicos a

base de sustancias repelentes o fagodeterrentes e insecticidas de la semilla de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) es el resultado de un trabajo durante ocho años, desde 1987 en Nicaragua. El arranque del proyecto Insecticidas botánicos NIM tomó muy en cuenta el alto nivel de conocimientos alcanzado internacionalmente en investigaciones de laboratorio y campo sobre la bioquímica y estructura molecular de las sustancias, su modo de actuar en los insectos, la eficacia en el campo y la no toxicidad para mamíferos, fauna benéfica y ecosistemas en general. Estos fueron los datos básicos para el desarrollo de una verdadera opción frente a los agroquímicos sintéticos en el control de plagas.

Según información recopilada se había comprobado el interés por los productores en buscar alternativas al uso de agroquímicos. Como información, el uso indiscriminado de agroquímicos en Nicaragua produce 35 intoxicaciones mortales por año, además deja como consecuencia enfermedades crónicas; las importaciones al país cuestan 45 millones de US\$ / año (Matus Y Beck 1991) por otro lado, la avanzada contaminación y destrucción de suelos, aguas y medio ambiente, más que todo en las zonas de cultivo de algodón, así como el desarrollo de resistencias múltiples (*Spodoptera* spp, *Plutella xylostella*) y plagas consideradas en aquel entonces secundarias (*Bemisia tabaci*) crearon una situación propicia para despertar el interés en alternativas biológicas y biotécnicas por parte de productores, técnicos extensionistas e instituciones afines a la producción agrícola en Nicaragua (Gruber, K 1995). El desafío para el proyecto NIM ha sido elaborar criterios propios para el desarrollo de una tecnología útil en la sanidad vegetal y adaptada a las condiciones de Nicaragua, sin copiar ciegamente la tradición de la India o de otros países.

4.3.20 Ventajas del nim como alternativa de insecticida botánico

- Eficiente contra cierto espectro de plagas.
- No es tóxico para la fauna benéfica, mamíferos, y ecosistemas.
- Compatible con otros agentes biológicos o productos biotécnicos de control de plagas.
- No crean rápida resistencia en las plagas.
- Artesanalmente factible para pequeños agricultores.
- Técnicamente factible y económicamente rentable a nivel semi-industrial o industrial en Nicaragua.

4.3.21 Nivel de investigación sobre nim

- A. Carácter bioquímica (triterpenoides) y las estructura moleculares de las sustancias activas de las semillas y de las hojas de nim contra insectos fueron aclarados (Jacobson 1989).
- B. El modo de actuar de dichas sustancias es por ingestión en el cuerpo del insecto sobre la metamorfosis y fecundidad fue aclarado hasta conocerse el lugar u órgano de acción (Rembold 1987).
- C. La eficiencia en el campo sobre plagas fue comprobada en más de 160 investigaciones de campo en diferentes países del mundo. Principalmente larvas de Lepidóptero, larvas y adultos de Coleóptero, larvas de minador de la hoja (Díptera), larvas y adultos de áfidos (Heteróptero) responde a un tratamiento con la sustancia principal insecticida del nim Azadirachtina, siendo los principales síntomas: Inhibición de crecimiento, disturbio de metamorfosis, reducción de la fecundidad y hasta ocasionar la muerte (Schmutterer 1985,1990).

4.4 SPINOSAD

Es el producto de la fermentación de una bacteria, *Saccharopolyspora spinosa*. Esta nueva especie pertenece a la familia Actinomicetes, es una bacteria que presenta características de estructura de hongo. Los Actinomicetes son las responsables de la descomposición de mucho del material orgánico de la tierra. Algunos producen sustancias beneficiosas como los antibióticos. *Saccharopolyspora spinosa* pertenece al género *Saccharopolyspora*, es un género raro con pocas especies conocidas. En latín “saccharo” significa azúcar y “polyspora” significa con muchas esporas. Por lo tanto, *Saccharopolyspora* significa muchas esporas creciendo en el azúcar.

El nombre *S. Spinosa* fue elegido porque spinosad es espinosa en latín y esta tiene una apariencia espinosa en sus estructuras. Si se compara con otros productos de origen sintético, Spinosad que es derivado natural, posee una baja toxicidad a los mamíferos y pocas restricciones con respecto al agua, vida silvestre y el ambiente. Debido a que los espinosines son productos únicos para el control de plagas, se ha designado una nueva clase Química para describirlos, Naturalyte.

La clase Naturalyte combina la baja toxicidad de los agentes biológicos en los mamíferos y el medio ambiente, con la alta eficacia asociada a los insecticidas sintéticos. Spinosad es el primer compuesto que se encuentra en la clase Naturalyte. Sistemas naturales de control de insectos Naturalyte significa que spinosad es más que simplemente otro producto para el control de insectos.

4.4.1 Ventajas de spinosad

- 1) Estimula el control biológico debido a riesgos reducidos de Spinosad a los enemigos naturales.
- 2) Se reduce el número de aplicaciones durante el período del cultivo debido a que los agentes benéficos se preservan y se previene infestaciones de áfidos (familia *Aphididae*) y ácaros (orden Acarina).
- 3) Los agricultores pueden utilizar umbrales de acción, debido a la rápida acción y la excelente actividad de Spinosad.
- 4) Al rotar *Spinosad* con otros productos utilizados para el control del complejo *Spodoptera* con Spinosad se pueden desarrollar programas de Manejo de Resistencia para prevenir o retrasar la resistencia en otros compuestos de control de insectos tales como los piretroides y los agentes biológicos.
- 5) Spinosad contribuye a proteger el medio ambiente debido al reducido riesgo en las poblaciones de enemigos naturales.
- 6) Posee una eficacia sobresaliente en plagas objetivo que equivale a los piretroides y es mayor que la mayoría de los organofosforados y carbamatos.
- 7) La baja toxicidad de Spinosad para los insectos benéficos le permite ser utilizado en programas de MIP.

4.4.2 Modo de penetración

Spinosad actúa por ingestión y contacto. El contacto ocurre ya sea por la aplicación directa del producto sobre el insecto o por movimiento sobre una superficie tratada. La ingestión del producto ocurre cuando el insecto se alimenta del follaje tratado. El control por contacto es altamente efectivo, sin embargo por medio de la ingestión es de 5 a 10 veces más efectivo. Spinosad no es altamente sistémico. Actúa sobre el sistema nervioso, no muestra ninguna resistencia cruzada con insecticidas químicos o biológicos conocidos.

4.4.3 Selectividad en el control de plagas

Spinosad ejerce control efectivo sobre gran cantidad de insectos específicamente sobre el orden Lepidóptera, este es uno de los órdenes de insectos más destructores de cultivos hortícolas; en éste se encuentran ubicados; polillas, mariposas y orugas. Controla eficazmente el complejo, *Spodoptera exigua*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera sunia* y *Helicoverpa zea*.

4.4.4 Selectividad de spinosad sobre insectos benéficos

Spinosad es muy selectivo con respecto a agentes benéficos tales como los depredadores y ciertos parasitoides. La toxicidad por contacto en varias de las especies benéficas es muy baja en comparación con el amplio espectro de los insecticidas sintéticos como carbamatos y piretroides, así como algunos organofosforados que pueden ser altamente tóxicos para las especies benéficas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se realizó en el período comprendido entre Enero y Agosto del 2004 en dos ciclos agrícolas, siendo el primero de verano y el segundo de invierno. La fase de campo se efectuó en la comunidad Molino sur, perteneciente al municipio de Sébaco del departamento de Matagalpa, Nicaragua; esta comunidad está localizada a 12°84" latitud Norte y 86°02" latitud Este, con una altitud de 591 msnm. Precipitación promedio anual 700 mm. La fase de identificación de enemigos naturales se llevó a cabo, en el laboratorio del (CIPROV) ubicado en la Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco de Estelí (UCATSE), Kilómetro 166 carretera norte de la ciudad de Estelí, Nicaragua. Sus coordenadas son 86°22" longitud Oeste y 13°14" longitud Norte, con una altura de 840 msnm, precipitación de 700-900 mm anual, temperaturas medias anuales de 24°C, humedad relativa de 58% - 79% (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER, 2004).

5.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Cuadro 3. Tratamientos evaluados

T1	Nim * Spintor con umbral económico. Hasta 45ddt.
T2	Nim * Spintor calendarizado
T3	Confidor * Metamidofos umbral económico.
T4	Confidor * Metamidofos calendarizado
T5	Testigo (sin tratamiento o control de plagas).

Las aplicaciones de los tratamientos en evaluación se iniciaron a partir de los primeros ocho días después de transplantar al sitio definitivo, éstas se repitieron tomando en consideración los umbrales económicos de 0.2 moscas blancas /planta y según calendarios de aplicación, hasta el momento de la floración en el caso de los productos utilizados para el control de mosca blanca y para los productos utilizados para el control del gusano del fruto, las aplicaciones se iniciaron, desde la formación de frutos hasta la cosecha. Tomando en cuenta siempre umbrales económicos de 6 larvas por cada 40 plantas muestreadas (Sarria, INTA 2002) y fechas calendarios de aplicación. Todas las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila con capacidad de 20 litros de agua.

5.2.1 Características del aceite de NIM.

Se utilizó NIM NATURAL ACEITE 0.15 EC, para el control de mosca blanca. Es elaborado por INVESTIGACIONES ORGANICAS S.A., ubicada en el KM 13 ½ carretera nueva a León; Nicaragua. Tiene 84.85% de aceite, el 15% es emulsificante y el 0.15% corresponde al ingrediente activo azaridachtina.

En la etapa de semillero del cultivo, no se realizaron aplicaciones de nim para el control de mosca blanca debido a que el semillero fue sembrado en bandejas plásticas, bajo túnel cubierto con tela mosquitero. Se utilizó 3cc del producto comercial / litro de agua. El criterio o umbral económico para tomar la decisión al momento de aplicar un determinado producto para el control de esta plaga fue, 0.2 moscas / planta. Para el control de mosca blanca la aplicación de nim se inició en la etapa de crecimiento, ocho días después del trasplante y se dejó de aplicar hasta el inicio de la etapa de floración del cultivo, aproximadamente 55 ddt.

Descripción del producto

Nombre comercial: NIM NATURAL ACEITE 0.15 EC

Ingrediente activo: azadirachtina.

Uso: Insecticida botánico.

Densidad: 0,895-0,896 g/cm³ a 25°C.

Dosis: 3cc-6cc por litro de agua. 8cc-10cc por litro de agua.

Control de plaga: mosca blanca *Bemisia tabaci*.

5.2.2 Características del SPINTOR

Otro bioplaguicida utilizado en el estudio fue spintor, para el control del gusano del fruto (*Helicoverpa zea*), el cual fue aplicado en la etapa de fructificación del cultivo, este producto es distribuido por Dow Agrosiencas, cuya sustancia activa es spinosad, esta se obtiene de forma natural por medio de la fermentación aeróbica de un organismo del suelo, la bacteria *Saccharopolyspora spinosa*.

El tratamiento con Spintor se aplicó con la formación de frutos, tomando en cuenta; presencia de gusanos del fruto, preferiblemente al inicio de la infestación según los datos que arrojen los recuentos de plagas y/o nivel crítico o nivel de daño económico del cultivo del tomate. El umbral económico que se consideró fue de 6 larvas por cada 40 plantas muestreadas. Para la preparación de este tratamiento, se utilizó una dosis de 10cc del producto comercial por cada 20 litros de agua, se aplicó en pulverizaciones normales, el fabricante recomienda efectuar un máximo de tres repeticiones por ciclo del cultivo. Este

producto presenta una rápida acción combinada con un efecto residual y repelencia elevada impidiendo la evolución de la plaga, tiene una acción tras laminar (CATIE y GTZ.2002).

Descripción del producto

Nombre comercial: SPINTOR 12 SC

Ingrediente activo: spinosad

Composición: suspensión concentrada

Uso: insecticida microbiano

Formulación: Spinosad 48% p/v

Dosis: 25 cc-50cc por 100 litros de agua

0.25cc-0.50cc / lt de agua

Tipo de acción: ingestión y contacto

Control de plaga: gusano del fruto (*Helicoverpa zea*)

5.2.3 Confidor y Metamidofos

También se evaluó el manejo tradicional del cultivo, mediante la aplicación de dos productos sintéticos (Confidor) y órgano fosforado (Metamidofos), los cuales son utilizados de forma tradicional por los productores del departamento de Matagalpa, para el control de mosca blanca y gusano del fruto, insectos plagas que atacan el cultivo de tomate.

Confidor

Este producto se aplicó únicamente para el control de *Bemisia tabaci*, es un insecticida que actúa de forma sistémica, por ingestión y contacto, es utilizado por los productores para el control de plagas del follaje de cultivos de tomate y chile. La dosis de aplicación fue la recomendada por el fabricante de 0.5g de producto comercial /L de agua, según el umbral económico de 0.2 moscas blancas / planta.

Descripción del producto

Nombre comercial: Confidor 70 WG.

Ingrediente activo: Cloronicotinilo Imidacloprid.

Uso: insecticida químico

Dosis de aplicación: 0.5g de producto comercial/ L de agua

Tipo de acción: Sistémico, ingestión y contacto.

Control de plaga: mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Metamidofos

Este producto químico se utilizó solamente para el control del gusano del fruto en la etapa de fructificación, su ingrediente activo es O,S-dimetil fósforo, este insecticida pertenece al grupo de los organofosforados, actúa por contacto contra plagas del follaje y fruto como el caso del gusano del fruto *Helicoverpa zea*, para el control de esta plaga se recomienda aplicar 1L del producto comercial/ ha. Para realizar las aplicaciones se consideró un umbral económico de 6 larvas por cada 40 plantas muestreadas.

Descripción del producto

Nombre comercial: Metamidofos 600

Ingrediente activo: O, S-dimetil fósforo.

Uso: insecticida químico (Órgano fosforado)

Dosis de aplicación: 1L/ha. 1cc-3cc de proa / lt de agua

Tipo de ingestión: contacto e ingestión.

Control de plaga: gusano del fruto (*Helicoverpa zea*)

5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con estructura factorial de tratamientos dado por las combinaciones de productos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Nim, Confidor y testigo absoluto) y los tratamientos para el control de gusano del fruto *Helicoverpa zea* (Spintor, Metamidofos, y testigo absoluto). El área del Bloque fue de 240 m². Las parcelas experimentales, presentaban una dimensión de 8m de ancho por 6m de largo, lo que representó un área de 48m², se establecieron cinco tratamientos o parcelas experimentales por bloque, quedando 1m entre cada bloque y tratamiento, como efecto de borde. El experimento contaba con un área total de 960 m².

5.4 MANEJO DEL CULTIVO Y PARCELAS DEL EXPERIMENTO

La variedad utilizada en el experimento fue TY-13, por poseer buenas características agronómicas, tolerancia a virosis y enfermedades, además de presentar buena adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas de la zona, la siembra de los semilleros se realizó en bandejas plásticas de 192 celdas por unidad, donde se depositó dos semillas por celda, las plántulas se transplantaron en el campo definitivo, a los treinta días después de la siembra de las bandejas, la distancia entre hilera fue de 0.8m y 0,4m entre plantas, para un total de 31,250pts /ha. Se establecieron aproximadamente 2000 plantas por finca y 100 plantas por parcela experimental. Se evaluó como parcela útil los cuatro surcos centrales de cada tratamiento. Se establecieron dos réplicas en fincas de productores diferentes de la misma comunidad, con el objetivo de ubicar los ensayos, bajo condiciones ambientales similares, estos productores fueron capacitados por el **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS CON PRODUCTORES DE AMERICA CENTRAL (PROMIPAC)** en Escuelas de Campo (ECA), la metodología utilizada es “Aprender Haciendo”. Debido al conocimiento adquirido por los productores que participaron durante la etapa del estudio.

5.5 VARIABLES EVALUADAS

5.5.1 Monitoreo de moscas blancas por tratamiento

5.5.1.1 Número de adultos de mosca blanca

El recuento de *B. tabaci* inició a partir de 15ddt, realizándose una vez por semana hasta los 50-58ddt, estas se contabilizaron de forma visual en el tercio medio de la planta en el envés de las hojas. Se evaluaron 10 plantas por tratamiento al azar, se monitorearon 50 plantas por bloque. En total se realizaron recuentos semanales en 200 plantas por finca o ensayo.

5.5.1.2 Número de huevos de mosca blanca por hoja en cada tratamiento

Se realizaron cinco muestreos durante cada ciclo del cultivo en cada uno de los ensayos experimentales, iniciando los recuentos quince ddt. Los muestreos se realizaron una vez por semana seleccionando un día específico para esta actividad, 24 horas antes de las aplicaciones de los productos evaluados. Cada muestreo se realizó mediante la recolección de 1 hoja por planta del segundo tercio superior, considerando un total de 10 plantas de tomate por unidad experimental, es decir 50 hojas por bloque y 200 hojas por ensayo o finca. Posteriormente las muestras fueron trasladadas y analizadas por medio de estereoscopios con 60X-90X de resolución, estas observaciones se realizaron en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigación en Producción Vegetal (CIPROV), perteneciente a la Universidad Católica de Agricultura del Trópico Seco (UCATSE), Estelí, Nicaragua, donde se contabilizó el número de huevos por hoja en cada tratamiento evaluado.

5.5.1.3 Número de ninfas de moscas blancas por hoja en cada tratamiento evaluado

Se realizaron cinco muestreos durante el ciclo del cultivo en cada uno de los ensayos experimentales, iniciando los recuentos quince ddt. Los muestreos se realizaron una vez por semana seleccionando un día específico para esta actividad, 24 horas antes de las aplicaciones de los productos estudiados. Cada muestreo se realizó mediante la recolección de 10 hojas por tratamiento, se evaluó una hoja del tercio medio superior de cada planta, es decir 50 hojas por bloque y 200 hojas por ensayo o finca experimental.

Seguido de la recolección de muestras vegetales en el campo, estas fueron trasladadas y observadas por medio de estereoscopio en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigación en Producción Vegetal (CIPROV) perteneciente a la Universidad Católica de Agricultura del Trópico Seco (UCATSE), Estelí, Nicaragua, donde se contabilizó el número de ninfas en primer, segundo, tercer y cuarto instar por hoja en cada tratamiento evaluado.

5.5.1.4 Número de ninfas de mosca blanca con signos de parasitismo por tratamiento

Las ninfas en tercer y cuarto instar con características de parasitismo encontradas en las hojas seleccionadas en campo y observadas en laboratorio por medio de estereoscopio, fueron aisladas en viales de vidrio de 7 cm de longitud, papel filtro húmedo, selladas con una porción de algodón en la parte superior para evitar la salida del adulto de *B. tabaci* y/o parasitoide eclosionado, los viales fueron rotulados debidamente con códigos, tales como: fecha de recolección, muestra que contiene el vial,

número de bloque y número de tratamiento, estos datos permiten identificar cada uno de los materiales biológicos encontrados en los diferentes tratamiento estudiados.

5.5.2 Monitoreo de gusano del fruto.

5.5.2.1 Número de gusanos del fruto por tratamiento

Se contó el número de larvas del fruto presentes en las hojas más altas y completamente abiertas de cada planta muestreada. Para realizar la medición de esta variable se seleccionaron diez plantas al azar, se observó detenidamente el haz y envés de cada hoja, dicho monitoreo fue ejecutado consecutivamente en cuatro semanas, desde el inicio de la floración hasta la cosecha, considerando un umbral económico de 6 larvas cada 40 plantas evaluadas (INTA, Sarriá 2002).

5.5.2.2 Número de huevos de Lepidóptero por tratamiento

Para determinar el número de huevos presentes en las hojas de cada planta muestreada, se seleccionaron diez plantas al azar por parcela experimental, se tomó una hoja por planta, las cuales fueron trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación y Protección vegetal (CIPROV) de la Universidad Católica de Agricultura del Trópico Seco (UCATSE), Estelí, Nicaragua, donde se observaron por medio de estereoscopios (60X) y (90X). Este proceso duró cuatro o cinco semanas aproximadamente.

5.5.2.3 Número de frutos dañados o perforados

Se realizó un recuento de frutos de tomate que presentaron daños frescos, tomando 10 plantas como muestra total a evaluar por tratamiento. Se consideraron aquellos frutos que tenían tamaño mayor a una pulgada (Hilje 1993).

5.5.3 Variables del cultivo de tomate/ rendimiento

Rendimiento del cultivo de tomate en Kg. /ha

Se cuantificó el peso de frutos de tomate por parcela y por tratamiento el cual se transformó finalmente a Kg. /ha, considerando tres clases de fruto:

Clase I: Frutos con peso superior a 160g y diámetro mayor a 7cm. Sanos y con buena apariencia.

Clase II: Frutos con peso entre 120-159g y diámetro entre 5.5-7cm. Sanos y con buena apariencia.

Clase III: Frutos con peso inferior a 120g y diámetro menor a 5.5 cm. Por lo general sin grado de madurez definido.

5.5.4 Análisis económico

- A. Se cuantificó el costo de mano de obra por aplicación de los productos
- B. Se cuantificó el costo de los plaguicidas y bioplaguicidas utilizados en los ensayos
- C. Se utilizó la información de producción por hectárea y el precio por Kg. de tomate para obtener el beneficio bruto de los tratamientos en dólares (US\$).

5.5.5 Indicadores socioeconómicos

Permite demostrar al productor las tecnologías más apropiadas económicamente rentables y con mejor competitividad en el mercado (Gómez y Quirós 2001). Para poder formular recomendaciones adecuadas para los agricultores, los investigadores deben ser capaces de evaluar las alternativas tecnológicas desde el punto de vista del agricultor. Las premisas que se deben de tomar en cuenta son:

1. Los agricultores se interesan en los costos y beneficios de determinadas tecnologías.
2. Generalmente adoptan las innovaciones paso a paso.
3. Consideran el riesgo de adoptar las nuevas prácticas.

5.5.6 Presupuesto parcial

Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos evaluados. El presupuesto parcial es una forma de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en una finca, así mismo incluye los rendimientos medios, rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo (CIMMYT 1988).

5.5.7 Análisis marginal

El análisis marginal calcula las tasas de retorno marginal para los tratamientos alternativos, paso a paso, empezando con el tratamiento de menor costo, avanzando hasta el de mayor costo, y decidir si resultan aceptables para el agricultor. Por medio del análisis marginal se puede calcular el beneficio neto, aunque se tienen que incluir los costos que varían, es necesario comparar los costos adicionales (o marginales). Con los beneficios netos adicionales (o marginales). Es posible que los beneficios netos no sean tan atractivos para el productor si para obtenerlos se incurre en costos mucho más elevados. Además de preocuparse por los beneficios netos de las alternativas tecnológicas propuestas por los investigadores a los productores y las tasas de retornos marginales de cambiar de una a otra, el agricultor también debe considerar *la variabilidad* de los resultados. Dicha variabilidad debe tener muchas causas que los investigadores deben tomar en cuenta al formular las recomendaciones.

Los resultados de los ensayos siempre presentan cierta variabilidad de un sitio a otro y de un período a otro. Una evaluación agronómica de los resultados ayudará a los investigadores a decidir si los sitios experimentales en realidad son representativos para recomendarlos. Este tipo de evaluación agronómica ayuda a hacer más precisa la investigación y resulta en recomendaciones que se ajustan más a las circunstancias de los productores. Otra posible fuente de variabilidad en los resultados son los factores imposibles de predecir o controlar, como las sequías, inundaciones y heladas. Estos son riesgos que el agricultor tiene que encarar y, si los datos experimentales los reflejan deberán incluirse en el análisis.

Finalmente, el agricultor está consciente que el medio económico en el que se desenvuelve no es perfectamente estable. Los precios de un cultivo varían de un año a otro, así como también varía la mano de obra disponible, el costo de la misma y los precios de los insumos. Si bien estos cambios son difíciles de predecir con exactitud, los investigadores cuentan con técnicas que les permiten juzgar sus recomendaciones de acuerdo con los posibles cambios en las circunstancias económicas del agricultor (CIMMYT 1988).

5.5.8 Tasa de retorno marginal

Resulta de la división del beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) y el costo marginal (aumento de los costos que varían), expresada en porcentaje, la tasa de retorno marginal indica, que por cada unidad monetaria que se invierte en adquirir y aplicar un determinado producto en un determinado cultivo, el agricultor recupera la unidad monetaria invertida en dicha actividad, además de obtener unidades monetarias adicionales.

5.5.9 Análisis de dominancia

Consiste en realizar un examen inicial de los costos y beneficios de cada tratamiento, lo cual puede servir para excluir algunos de los tratamientos y, como consecuencia simplificar el análisis. Por tanto, un análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menor a mayor total de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Con los rendimientos obtenidos y los precios vigentes en las fechas de cosechas, se determinó el ingreso bruto y los costos reales específicos para cada tratamiento, se realizó el análisis económico para cada uno de los tratamientos; se logró hacer una evaluación comparativa a través del uso de análisis de tasa marginal de retorno.

5.5.10 Análisis estadístico.

Se utilizó la técnica análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar (B.C.A).

5.5.11 Modelo estadístico (experimento de bloques completos al azar)

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_{jk} + \tau Bt_i + \tau Hz_j + \tau Bt_i * \tau Hz_j + \varepsilon_{ijk}$$

μ = media general

τBt_i = efecto de i-ésimo tratamiento para *Bemisia tabaci*.

τHz_j = efecto del j-ésimo tratamiento para *Helicoverpa zea*.

$\tau Bt_i * \tau Hz_j$ = efecto de la interacción entre tratamientos para *Bemisia tabaci* y tratamiento para *Helicoverpa zea*.

β_k = efecto de i-ésimo bloque

ε_{ijk} = Término de error aleatorio independiente supuestamente distribuido normal con media cero y varianza constante.

5.5.12 Poblaciones de enemigos naturales de mosca blanca *Bemisia tabaci*

Para realizar el monitoreo de parasitoides se recolectaron 10 hojas de la parte media de cada planta, con el objetivo de identificar y seleccionar ninfas de moscas blancas en tercer y cuarto instar con signos de parasitismo, las muestras vegetales fueron tomadas de la parcela útil de cada tratamiento.

Se observaron por medio de estereoscopio (60X) y (90X), las ninfas identificadas en tercer y cuarto instar se introdujeron en viales o tubos de ensayo con un trozo de hoja donde estas estaban adheridas, con el propósito de conservar su estado; al vial también se introdujo un trozo de papel filtro húmedo con el fin de mantener la humedad de la muestra, en la parte superior del tubo de ensayo, se colocó una porción de algodón, para evitar la pérdida de humedad y la salida del posible parasitoide en estudio. Una vez concluido todo el proceso de montaje, se observó periódicamente por un período de quince o veinte días, la emergencia o eclosión de parasitoides o moscas blancas en estado adulto, luego se realizó el recuento e identificación de los insectos eclosionados en cada vial.

5.5.13 Poblaciones de enemigos naturales de la mosca minadora de la hoja del cultivo de tomate *Liriomyza* spp.

Para realizar el monitoreo de parasitoides se recolectaron 10 hojas por tratamiento de la parte media de cada planta, con el objetivo de identificar y seleccionar pupas de moscas minadoras de la hoja de tomate (*Liriomyza* spp) con signos de parasitismo, las muestras vegetales fueron tomadas de la parcela útil de cada unidad experimental.

Las muestras vegetales frescas se trasladaron al laboratorio de entomología de la UCATSE, Estelí, Nicaragua. Donde se observaron por medio de estereoscopio (60X) y (90X), las pupas identificadas y seleccionadas con la porción de hoja donde estaba ubicada la mina se introdujeron en dispositivos especiales llamados; cámaras de emergencia hermética, las cuales son recipientes plástico de 6 cm de ancho y 7cm de alto se les colocó un trozo de papel filtro húmedo para mantener la humedad de la muestra, así mismo se colocó una porción de algodón en la parte superior del recipiente con el objetivo de permitir la entrada de oxígeno a la cámara de emergencia, con el objetivo de evitar la muerte de la misma por asfíxia. Una vez concluido todo el proceso de montaje de las muestras, se observó periódicamente por un período de quince o veinte días, la emergencia o eclosión de parasitoides o moscas minadoras de la hoja en estado adulto, luego se realizó el recuento e identificación de los insectos eclosionados en cada recipiente. Finalmente se procedió a la identificación de los parasitoides eclosionados de las muestras recolectadas en campo, en el laboratorio de entomología de la UCATSE, Estelí, Nicaragua y el laboratorio de Fitoprotección de CATIE, Turrialba, Costa Rica, a través del equipo antes señalado y claves de identificación. Para corroborar la información obtenida se enviaron

dos muestras de cada espécimen encontrado a la UCR (Universidad de Costa Rica) los cuales fueron clasificados hasta especie por el Doctor Paul Hanson.

Se determinó el porcentaje de parasitismo por familia presente en cada tratamiento y ciclo agrícola evaluado. Para esto se utilizó la siguiente fórmula

$$\% \text{ de parasitismo: } \frac{\text{Número total de parasitoides}}{\text{Número total larvas de } Liriomyza \text{ spp}} \times 100$$

2). Número de parasitoides de *Liriomyza* spp clasificados por familia en cada tratamiento estudiado.

3). Número de parasitoides de *Liriomyza* spp, por familia y etapa evaluada por tratamiento evaluado.

5.5.14 Diagnóstico de enfermedades de origen viral en el cultivo de tomate.

En el mes de Agosto del 2004 correspondiente a la época de invierno se recolectaron muestras de tejido foliar con síntomas virales del cultivo de tomate en las parcelas experimentales en Sébaco, Nicaragua. Las muestras se analizaron para varios grupos de virus. Para diagnosticar geminivirus se utilizó la técnica de **PCR y ELECTROFORESIS**; para el diagnóstico de potyvirus, virus del mosaico del pepino ("*Cucumber mosaic virus*") (CMV) y el virus del mosaico del tabaco ("*Tobacco Mosaic Virus*") (TMV) se utilizó la técnica de **ELISA**.

5.5.15 Diagnóstico preliminar

Entre Junio y Agosto deL 2004 correspondiente a la época de invierno, se realizaron muestreos preliminar en las parcelas experimentales con el objetivo de tener una idea de la sintomatología presentada por el cultivo a problemas asociados con los virus presentes en la zona de Matagalpa, Nicaragua, para decidir la compra de "kits" comerciales para la prueba ELISA, específicos para cada virus, para utilizarlos con las muestras a recolectarse en los ensayos de estudio (PROMIPAC / ZAMORANO, Honduras, 2004).

Para esto, se recolectaron 40 muestras (plantas) de tomate de la variedad TY-13 producida por el Programa de mejoramiento genético de cultivos hortícola, que lleva a cabo el **Centro Experimental del Valle de Sébaco**, dirigido por el **Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (CEVAS, INTA)**, los tejidos vegetales fueron tomados de plantas de tomate sometidas a diferentes tratamientos: (T1) nim*spintor en base a umbral económico, (T2) nim*spintor calendarizado, (T3) Confidor y Metamidofos considerando umbral económico, (T4) confidor*metamidofos calendarizado y (T5)

Testigo absoluto (cero aplicaciones), las muestras fueron tomadas de la finca del productor Johnny Aguirre Escorcía.

La evaluación de los síntomas presentados por las plantas se midió visualmente y en porcentaje los datos de incidencia y severidad de las infecciones virales afectando al cultivo, considerando la incidencia como el porcentaje de plantas con síntomas virales en cada parcela experimental y, severidad haciendo un promedio del grado de afectación por tratamiento considerando la siguiente escala (Cuadro1).

Cuadro 4. Severidad de síntomas de virosis: Clasificación de las plantas según la escala de severidad propuesta por AVRDC se ha determinado únicamente en la plantación (Escala).

Valor de la escala	Características
0= 0%	No hay síntomas visibles
1= 25%	Débil mosaico y corrugado de la lamina foliar de las hojas nuevas.
2= 50%	Mosaico y corrugado de las hojas generalizado.
3= 75%	Mosaico corrugado y deformación de las hojas sanas
4= 100%	Enanismo y deformación severa

AVRDC Centro internacional de investigación y desarrollo para vegetales en el mundo.

AVRDC es el principal centro de investigación internacional para vegetales y desarrollo en el mundo. Su misión es reducir la pobreza y malnutrición en países en desarrollo a través de mejorar la producción y consumo de vegetales.

5.5.16 Recolección e identificación de las muestras

En cada parcela se identificaron visualmente las plantas con sintomatología viral, mostrando uno o varios de los siguientes síntomas: mosaico, moteado, arrugamiento, deformación, achaparramiento, clorosis o amarillamiento. La recolección del material vegetal se hizo usando la bolsa como guante para evitar contaminación de savia entre plantas; se recolectó material vegetal joven seleccionando los brotes terminales con síntomas virales en crecimiento activo y que no mostraran daño por otro patógeno no viral. Las muestras se guardaron en una hielera hasta llegar a la universidad de El Zamorano en Honduras, donde se almacenaron a 4°C. Las muestras con síntomas más representativos se fotografiaron.

5.5.17 Preservación del tejido foliar

Una parte de cada muestra fue cortada en pedazos pequeños desinfectando las herramientas entre muestras con cloro y agua destilada para evitar contaminación. El tejido fue envuelto en papel toalla, sellado con cinta adhesiva, numerado y almacenado a 4 °C en bolsas plásticas conteniendo sílica gel, renovando la sílica de acuerdo a la necesidad. Esto se realizó con el fin de secar el tejido y evitar necrosis de las muestras, como un método de preservación en seco, para su posterior utilización en las pruebas ELISA. Cada muestra fue dividida, la otra parte de cada muestra se utilizó como tejido foliar fresco para el diagnóstico de geminivirus mediante la extracción y purificación de ADN.

5.5.18 Diagnóstico de virus de ADN: geminivirus

5.5.19 Método de extracción y purificación de ADN

Se extrajo el ADN de todas las muestras, para determinar el porcentaje de infección causada por geminivirus. Para realizar la extracción y purificación de ADN se utilizó el protocolo de ADN total (planta y viral) de Doyle & Doyle, 1990. (Anexo 2.).

5.5.20 Método de amplificación de ADN

Para la amplificación del ADN de geminivirus a partir del ADN total (planta y viral) extraído, se utilizó la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa, más conocida por sus siglas en inglés como PCR (“Polymerase Chain Reaction”), cuyo principio fundamental es la amplificación de un fragmento específico de ADN a través de ciclos sucesivos de temperatura y tiempo determinados, hasta obtener suficiente producto para ser visualizado (Harris, 1998).

La amplificación de ADN fue realizada en un termociclador (Perkin Elmer 480) durante 30 ciclos, donde cada ciclo consta de tres fases. Inicialmente se somete a un ciclo de desnaturalización o separación preliminar conocido como “hot start” a 94 °C durante 3 minutos. Se incluye un diagrama mostrando las fases de la reacción.

1. Fase de desnaturalización: 94 °C durante 1 minuto. A esa temperatura se separa la molécula doble de ADN en dos cadenas sencillas, que servirán como molde para la síntesis del fragmento específico.

2. Fase de ligamiento: 58 °C durante 1 minuto. En esta etapa la temperatura se reduce para permitir el alineamiento de los “primers” en la región común de las cadenas de ADN molde.

3. Fase de extensión: 72 °C durante 1 minuto. En esta etapa la enzima *Taq* polimerasa realiza la extensión de los “primers” haciendo una copia completa del ADN viral.

Al final existe un ciclo de extensión prolongada a 72 °C durante 5 minutos.

Al final del primer ciclo se obtiene el doble del ADN viral, al realizarse durante 30 ciclos permite aumentar de manera exponencial la cantidad de ADN viral, acumulándose alrededor de 10^6 a 10^8 moléculas de ADN, las cuales pueden ser visualizadas en una gel de agarosa (Moctezuma y Kahl, 2000).

5.5.21 Método de electroforesis

El producto de PCR se analizó por el método de electroforesis. Esta técnica se basa en la separación de moléculas de ADN de acuerdo a su tamaño y peso molecular a través de una matriz semisólida (gel de agarosa o poliacrilamida) mediante la aplicación de un campo eléctrico. La movilidad del ADN a través de la matriz está en función de la carga negativa del ADN, por lo que los fragmentos migrarán hacia el polo positivo del tanque de electroforesis y la velocidad de migración dependerá del tamaño y forma de la partícula (Moctezuma y Kahl, 2000).

Se utilizó gel de agarosa al 0.3%, éste fue colocado en un tanque de electroforesis (Hoefler HE 33), cargadas con 6 ul de muestra por pozo, colocando además de las muestras un marcador molecular (ADN de diferentes tamaños específicos), un control positivo y uno negativo (amplificados previamente) para asegurar resultados confiables. El gel se corrió a 80 voltios utilizando una fuente de poder (Bio-Rad 1000/500) aproximadamente por 60 minutos. Para poder visualizar las bandas de ADN en el gel, éste fue teñido con una solución de 1mg/ml de bromuro de etidio durante 15 minutos. El bromuro de etidio es un colorante cancerígeno que tiene la capacidad de intercalarse entre los pares de bases de la doble cadena de ADN y fluorecer bajo luz ultravioleta (Moctezuma y Kahl, 2000). Luego el gel fue desteñido en agua durante 15 minutos, observado en un transiluminador de rayos ultravioleta (UVP) y fotografiadas con una cámara Polaroid (DS34).

5.5.22 Diagnóstico de virus de ARN

5.5.23 Pruebas de ELISA

La prueba ELISA permite detectar un virus en una planta por la identificación de la proteína viral, se realiza en un soporte sólido (placas microtituladoras de poliestiereno) y se basa en el reconocimiento del antígeno (virus) por un anticuerpo específico y la unión de este complejo con una enzima (fosfatasa alcalina), con la que se tiene un conjugado que retiene simultáneamente la actividad inmunológica y enzimática de los componentes. Si los anticuerpos específicos se unen con sus respectivos antígenos se produce una reacción la cual puede ser visible observándose la presencia de un color amarillo (Castaño Zapata, A. 1994). Se utilizó un “Kits” comercial para grupo Potyvirus, “*cucumber mosaic virus*” y “*tobacco mosaic virus*”. Las 40 muestras de plantas de tomate recolectadas en el mes de Agosto del 2004, fueron probadas para grupo potyvirus y el “*cucumber mosaic virus*” (CMV) (virus del mosaico del pepino) y *tobacco mosaic virus* (TMV)(Virus del mosaico del tabaco), usando la técnica de ELISA. Para la prueba de ELISA se siguió el protocolo proporcionado en cada “Kit” comercial de AGDIA ImmunoStrip Test (Anexo 3). Los resultados fueron evaluados visualmente (PROMIPAC / ZAMORANO, Honduras, 2004).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 MOSCA BLANCA (CICLO DE VERANO: ESTUDIO JOHNNY AGUIRRE)

6.1.1 Número de adultos de *Bemisia tabaci*.

El número de adultos de mosca blanca varió a través del tiempo en todos los tratamientos (Figura 1). Se puede observar que los picos poblacionales se presentaron a los 50 ddt. El testigo presentó los mayores niveles y el pico más alto a los 50 ddt, con 25 adultos/ pta. El número observado en los otros tratamientos no superó los 7 adultos en ninguno de los muestreos, y en general los niveles empezaron a disminuir después del último recuento posiblemente, porque el cultivo estaba finalizando el periodo crítico y ya no era muy atractivo para la mosca, o bien, los adultos tienden a emigrar en busca de un mejor sitio de colonización (Cock 1986). Aunque las tasas de migración ocasionalmente son de gran escala, es común observar bajos índices de emigración, lo cual sugiere que *Bemisia tabaci* no emigra en masa y que la nueva infestación del cultivo ocurre como un resultado del proceso secuencial de inmigración moderada y explosión de la plaga dentro del cultivo; es decir, que inicialmente unos pocos adultos llegan al cultivo y mediante la reproducción de estos alcanzan altas poblaciones que causan la epidemia viral en el cultivo (Cock 1986).

El análisis de varianza para el número promedio de adultos de *Bemisia tabaci* por planta, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. El promedio de adultos por planta osciló entre 2 y 2.11 mosca por planta en los tratamientos de confidor calendario y confidor umbral, seguidos de los tratamientos, nim umbral con 4.36 y nim calendario con 4.47, mientras que el testigo presentó los valores significativamente más altos con 19.15 moscas por planta (Figura 2),

6.1.2 Número de ninfas de *Bemisia tabaci*

El número de ninfas de *Bemisia tabaci* presentó un comportamiento similar al de adultos y huevos de este insecto, siendo el testigo donde se reportó el mayor número con un pico máximo a los 38 ddt de 208 ninfas (Figura 3). Para los tratamientos nim umbral económico y nim calendarizado, el nivel más alto se presentó a los 30 y a los 46 ddt con 62 y 88 ninfas por hoja respectivamente. Los productos confidor umbral y calendarizado, fueron los tratamientos, donde se observó la menor incidencia poblacional de ninfas durante todo el periodo de monitoreo, oscilando los valores mínimos entre 0.2 y 1 ninfas por hoja a los 14 ddt y valores máximos a los 46 ddt con 7 y 34 ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja de tomate respectivamente.

El análisis de varianza para el número de ninfas promedio por tratamiento indica que existen diferencias altamente significativas entre el testigo absoluto y todos los tratamientos con ($P < 0.006$), pero no se encontró diferencias entre los tratamientos de Nim y los de confidor umbral económico y calendarizado (Figura 4).

6.1.3 Número de huevos de *Bemisia tabaci*

El comportamiento de huevos de *B. tabaci* fue muy similar al de adultos y ninfas de mosca blanca. Este varió durante todo el período del estudio en todos los tratamientos (Figura 5), con el mayor promedio en el testigo absoluto, donde los números más altos fueron a los 14 y 38 ddt con 220 y 259 huevos por hoja respectivamente, reduciéndose considerablemente el número de huevos a los 47 ddt, en los otros tratamientos de control; Nim*spintor umbral económico, el nivel máximo de huevos reportado fue de 51 posturas, presentándose a los 30 ddt. En los tratamientos Nim*spintor calendarizado ocurrió un nivel máximo de 111 huevos a los 47 ddt. Los niveles máximos en los tratamientos de Confidor*metamidofos umbral económico y calendarizado se contabilizaron con un promedio de 13 y 24 huevos por hoja respectivamente a los 47 ddt.

Cuando se analizó el promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por medio de Dúncan con un 95% de confianza se encontraron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0002$) entre el testigo y los tratamientos de control, los niveles oscilaron entre 0.42 y 12 huevos por hoja en Confidor*metamidofos umbral económico y el testigo absoluto respectivamente (Figura 6). Los resultados obtenidos en el ciclo de verano en el caso del agricultor Johnny Aguirre, tanto para adultos, ninfas y huevos de mosca blanca, son consistentes entre sí, obteniéndose un excelente control con el insecticida confidor, un resultado intermedio con los tratamientos de nim y el testigo absoluto, el cual fue muy afectado por las plagas del cultivo. Estos resultados indican que el aceite de nim puede ejercer cierto control sobre estas poblaciones de insectos, ya sea causando mortalidad directa de los insectos por su acción insecticida de contacto (Thomson 1989), o por su efecto indirecto como protección o repelencia, como se ha observado con otros aceites como el Sunspray 6E Plus (Larew y Locke 1990).

Según algunos estudios realizados sobre los aceites como bioplaguicidas, estos se han usado principalmente contra insectos pequeños y ácaros, y también como coadyuvantes para incrementar la eficacia de los plaguicidas. Entre sus ventajas se incluye su baja toxicidad y la aparente incapacidad de los organismos para desarrollar resistencia (Larew y Locke 1990).

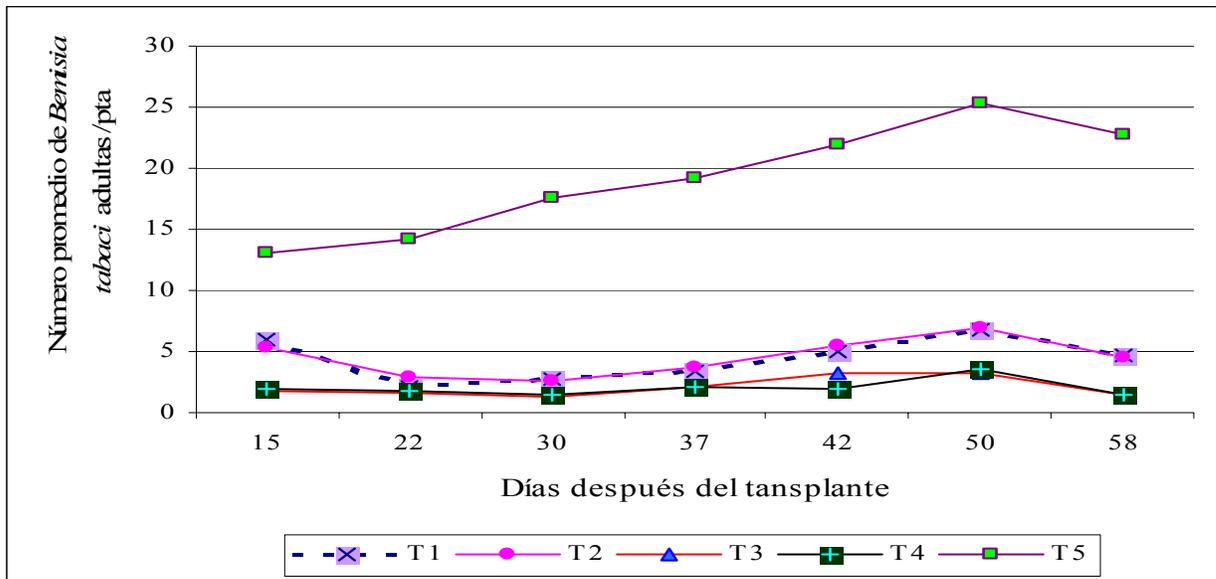
La importancia del uso de aceites en el combate de *Bemisia tabaci* ha sido demostrada por varias investigadores. Así, Butter *et al.* (1988), en el invernadero, asperjando semanalmente plantas de

algodón con aceite de soya al 5% y aceite de algodón al 10%, observaron mortalidades de adultos de *B. tabaci* del 90% y 84% respectivamente. Mientras que aspersiones de aceite de soya al 5% y 2.5% produjeron mortalidades en las ninfas de al menos 90%; no existieron diferencias significativas en la pérdida de transpiración en las plántulas asperjadas con aceite o solo con agua.

Butler y Hemberry (1990) realizando aspersiones con aceites vegetales en plantas de algodón, pepino, chile y sandía, encontraron una gran disminución de huevos, ninfas y adultos, sobre todo en los primeros dos días después de las aplicaciones. Posteriormente Butler y Hemberry (1991) determinaron que mediante el uso de aceites comerciales derivados de diferentes plantas, se mantenían bajas las poblaciones de adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate durante los cinco días posteriores a las aplicaciones en comparación con el testigo. Adicionalmente Butler *et al.* (s.f) evaluaron el efecto de diferentes jabones, detergentes y aceites derivados de plantas y de petróleo, y observaron que estos últimos reducían en 86% o más las poblaciones de ninfas en hojas de tomate.

Los resultados obtenidos en este estudio determinaron que las poblaciones de adultos de mosca blanca, haciendo aspersiones con aceite de nim 0.15 EC, se reducen considerablemente en relación al testigo, aunque la mayor eficiencia en cuanto al control de esta plaga, fue ejercido por el producto sintético (Confidor 70 WG). Se observó que las poblaciones de mosca blanca disminuyen en un 30-40% por un período relativamente muy corto de uno o dos días posteriores a las aplicaciones de nim 0.15 EC, siendo necesario volver a repetir la aplicación al tercer día, lo que obliga a realizar aspersiones constantemente; en el caso del producto químico (Imadacloprid/ Confidor 70WG), las aplicaciones mantenían bajas densidades de mosca blanca hasta un período de 8 ó 10 días. El comportamiento de huevos y ninfas de mosca blanca fue muy similar al de adultos de esta plaga en función a cada uno de los tratamientos evaluados; nim*spintor umbral y calendarizado, Confidor*metamidofos umbral y calendarizado y el testigo absoluto. .

Larew y Locke (1990) encontraron que con aplicaciones del aceite Sun Spray 6E PLUS en plantas de crisantemo, disminuyeron sensiblemente las cantidades de huevos viables y ninfas de moscas blancas de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*) y que el efecto repelente se mantuvo hasta 11 días. Existen aceites empleados como ovicida, tal es el caso del aceite agrícola Volck 100 Neutral que pertenece a un grupo de aceites de petróleo, Pueden ser usados como insecticidas de contacto, acaricidas u ovicidas. Es un producto relativamente no tóxico, altamente refinado y se presenta como concentrado emulsificable al 60-67 % (Thomson 1989). El adulto hembra de *Bemisia tabaci*, puede depositar durante su ciclo de vida de 200 a 300 huevos, que no necesariamente deben ser fecundados, aunque en este caso el resultado es que se producen únicamente machos (Jonson *et al.* 1992). De ahí la importancia de considerar productos con poder ovicida.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 1. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci* por planta contabilizados en el cultivo de tomate; Johnny Aguirre. Sébaco, Nicaragua 2004.

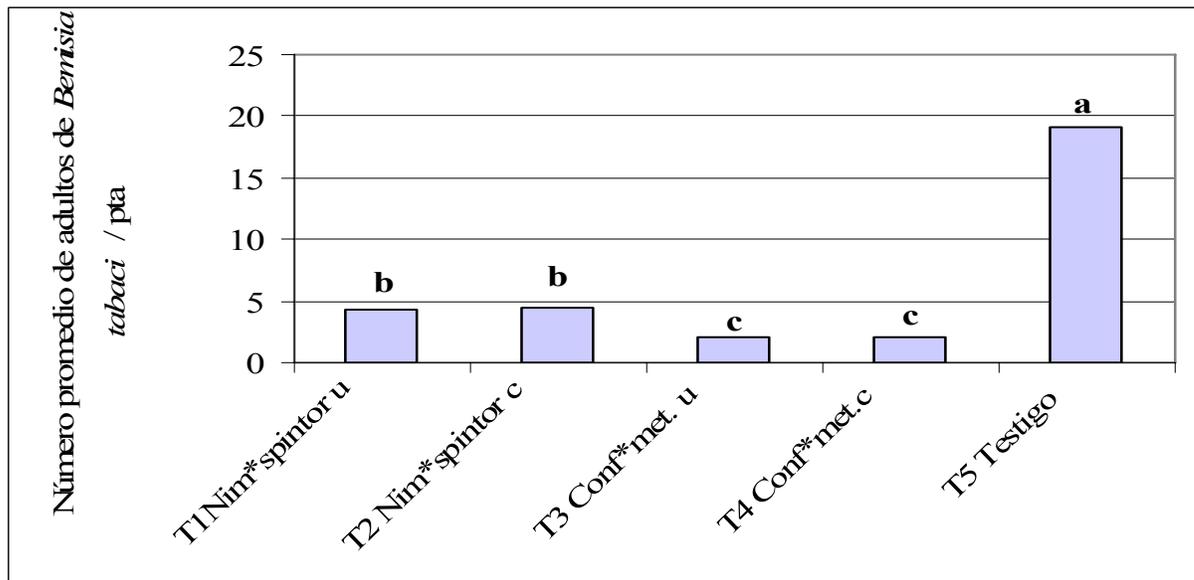
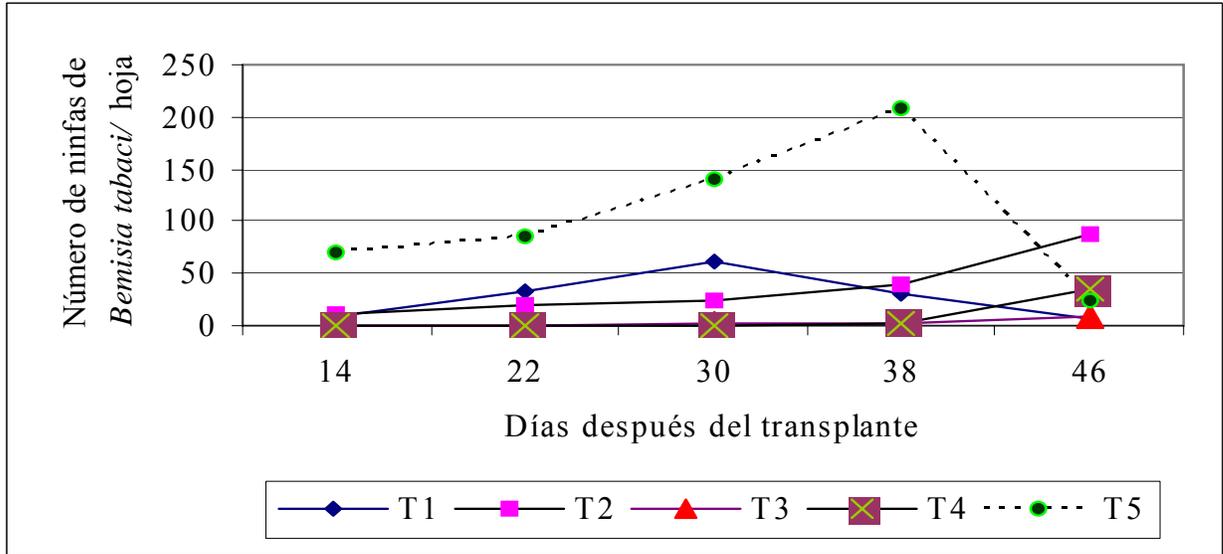


Figura 2. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci*/ pta en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.

Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0001$), letras iguales indican que no existen diferencias.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 3. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja contabilizadas en el cultivo de tomate, productor Johnny Aguirre. Sébaco, Nicaragua 2004.

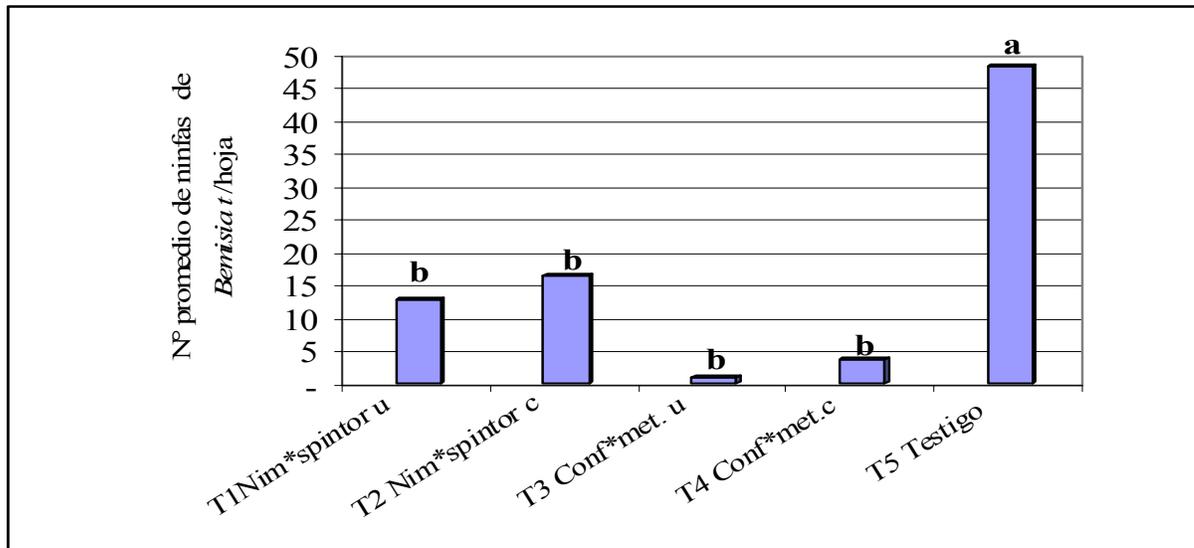
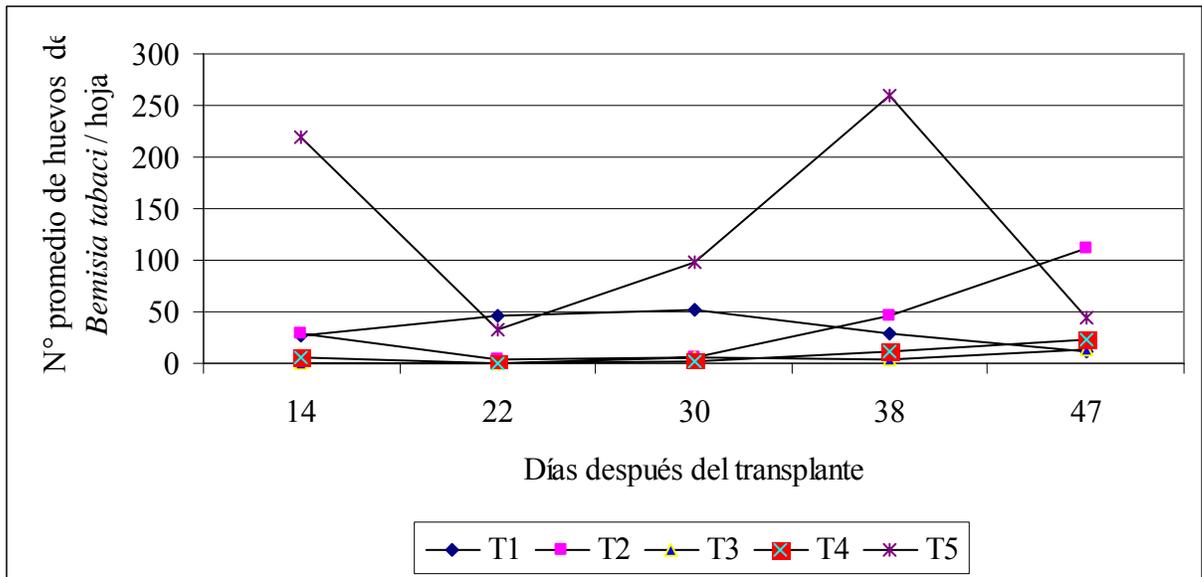


Figura 4. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.

Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.006$) entre el testigo y el resto de tratamientos. Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 5. Número de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja en el cultivo de tomate del agricultor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.

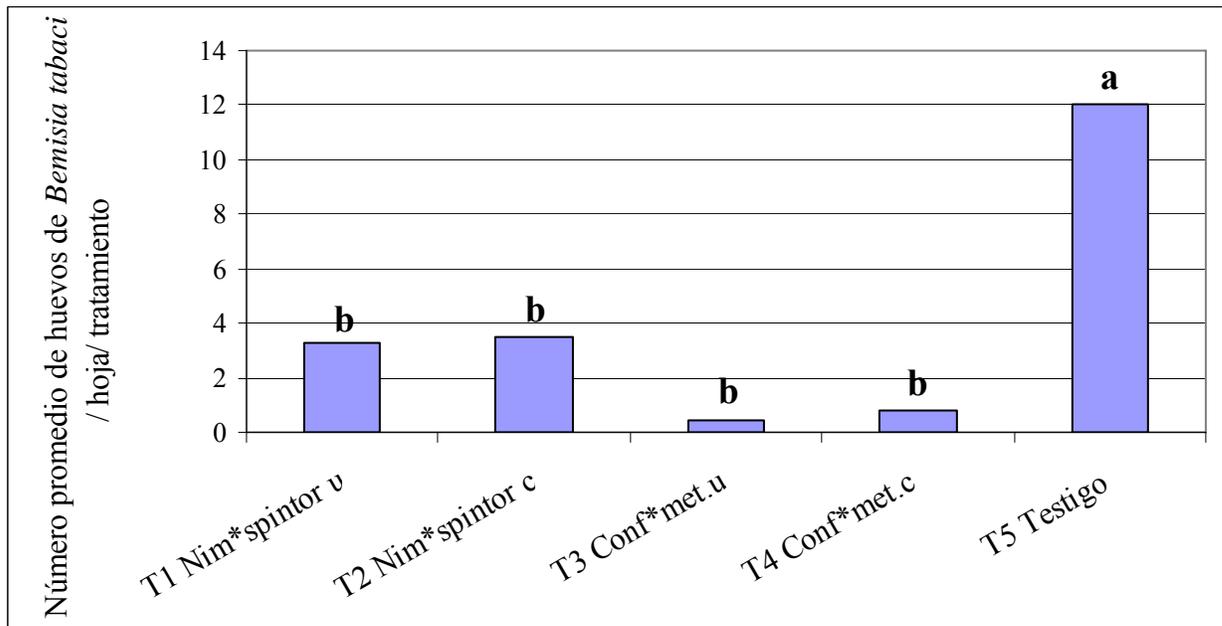


Figura 6. Número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento, productor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.

Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0002$) entre el testigo y los tratamientos de control. Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.

6.2 MOSCA BLANCA (CICLO DE VERANO: ESTUDIO OTONIEL AGUIRRE)

6.2.1 Número de adultos de *Bemisia tabaci*

Para el caso del agricultor Otoniel Aguirre, el número de adultos por planta varió a través del tiempo en todos los tratamientos (Figura 7), pero los niveles fueron más bajos que en el caso del primer productor. Los picos más altos apenas alcanzaron 3 moscas / pta en el testigo, posiblemente esto se debió a que la población de mosca blanca en este sitio fue baja. El número promedio de mosca blanca presentó diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos con ($p < 0.0002$) (Figura 8). El número más alto ocurrió en el testigo, pero solo alcanzó 1.63 moscas/ pta mientras que en los tratamientos de control estuvo entre 0.59 y 1.16, lo que confirma los bajos niveles de mosca blanca en este sitio en todos los tratamientos. Los tratamientos de nim ejercieron cierto control sobre *B. tabaci*, pero las poblaciones más bajas de este insecto se reportaron en los tratamientos a base de confidor, lo cual indica que este producto realizó mejor control en este experimento. Aunque los niveles poblacionales de adultos de *Bemisia tabaci* reportados en el estudio fueron relativamente bajos, según experimentos realizados por especialistas del CATIE, Turrialba, Costa Rica, no es necesario altas densidades de adultos de *Bemisia tabaci* para encontrar cultivares de tomate completamente afectados por virosis.

Las poblaciones de *Bemisia tabaci* por lo general son muy altas en la estación seca, ya que su potencial reproductivo puede expresarse mejor, pues su temperatura óptimo está entre 20-30 °C (Gerling *et al.*, 1986; citado por Hilje, 1995) dentro de dicho ámbito el tiempo generacional se acorta y la fecundidad se aumenta, esto favorece la rápida diseminación de los geminivirus, sin embargo, para esto no se requiere gran cantidad de adultos, pues a pesar de las bajas poblaciones es común observar campos de cultivos totalmente afectados por la virosis (Hilje *et al.*, 1995).

De igual manera los tratamientos a base de aceite de nim natural 0.15 EC según umbral económico y calendarizado, no lograron mantener poblaciones de *Bemisia tabaci* por debajo del umbral considerado en el estudio (0.2 moscas adultas/ planta). A pesar de estos resultados en relación a la incidencia de adultos de este insecto vector de geminivirus, estos tratamientos podrían ser utilizados en estudios posteriores a nivel de pequeñas parcelas experimentales, tomando en consideración la protección de plántulas en semillero con tela mosquitero por un periodo de 25 a 30 días después del establecimiento del semillero en bandejas de polietileno con el fin de reducir al mismo tiempo el estrés al momento del trasplante.

Algunos estudios indican que productos químicos no convencionales, así como productos de origen biológico; aceites minerales y detergentes son promisorios para ser utilizados en este tipo de

investigación. En Costa Rica, a nivel de campo, se evaluó un extracto acuoso de la semilla del nim, jabón líquido (Safer), el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Mycotal), y el insecticida biológico abamectina (Vertimec); aunque todos superaron al testigo, no evitaron la diseminación del virus (Asiático y Zoebisch 1992).

6.2.2 Número de ninfas de *Bemisia tabaci*

El número de ninfas de *Bemisia tabaci* fluctuó a través del tiempo, presentando un comportamiento diferente, ya que los niveles poblacionales de los insectos adultos fueron muy altos. El testigo absoluto, presentó los números de ninfas más altos durante todo el período de evaluación (Figura 9). El pico máximo fue a los 30 ddt con 62 ninfas por hoja. El nivel más alto de ninfas para los tratamientos nim*spintor umbral económico y nim*spintor calendarizado, ocurrió a los 30 ddt con 31 y 17 ninfas por hoja respectivamente. El tratamiento confidor*metamidofos umbral presentó la menor incidencia de ninfas de *Bemisia tabaci* con valores que oscilaron de 0.05 a 1.9 ninfas por hoja, confidor calendarizado mostró similar tendencia hasta los 38 ddt donde presentó su mayor incidencia con 11 ninfas/ hoja.

Para el número de ninfas promedio por hoja por tratamiento, hubieron diferencias altamente significativas entre el testigo absoluto y los demás tratamientos con ($P < 0.0002$), siendo los productos a base de imidacloprid/ confidor los que presentaron los niveles más bajos, los de Nim aceite 0.15 EC intermedios y el testigo tuvo altos niveles (Figura 10). Así mismo se encontró diferencias entre confidor*metamidofos umbral y Nim*spintor umbral, Nim*spintor calendarizado, pero no con confidor*metamidofos calendarizado, de igual manera no se encontró diferencias entre Nim*spintor umbral y calendario, entre Nim*spintor umbral y confidor*metamidofos calendarizado no hubo diferencias al compararlos entre sí. King y Saunders 1984, Byrne y Bellows 1991, afirman que las ninfas de *Bemisia tabaci*, se alimentan únicamente en el envés de las hojas succionando la savia de estas. Según el argumento planteado por los investigadores antes citados es considerada esta variable de importancia económica, ya que la alta incidencia de ninfas de mosca blanca en el cultivo de tomate pueden tener su efecto adverso, debido a que estas extraen la savia de los tejidos presentes en las hojas, reduciendo considerablemente la capacidad fotosintética de las plantas y por ende el rendimiento del cultivo.

6.2.3 Número de huevos de *Bemisia tabaci*

La distribución de huevos de *Bemisia tabaci* (Figura 11), indicó el mayor nivel en el testigo absoluto, donde se reportaron 31 y 41 posturas a los 14 y 31 ddt, disminuyendo considerablemente en los siguientes monitoreos a 25 huevos por hoja a los 46 ddt. Los niveles de esta variable en los tratamientos a base de nim fueron intermedios, con niveles máximos de 18 y 16 huevos por hoja a los 30 y 46 ddt en el nim*spintor calendarizado, mientras que en nim*spintor umbral económico, se presentó el pico más alto a los 30 ddt con 15 huevos por hoja. Para el tratamiento confidor*metamidofos calendarizado, la incidencia de huevos de *Bemisia tabaci* fue la más baja en relación a los demás tratamientos, observándose el pico más alto a los 30 ddt con 2 posturas por hoja y a los 38 ddt con 1 huevo por hoja, esto demuestra la eficiencia en el control sobre poblaciones de adultos de *Bemisia tabaci*.

El promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento, presentó diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos evaluados para el control del insecto vector de geminivirus con ($P < 0.0001$) (Figura 12), siendo 29 huevos en el testigo, 8 y 11 en nim*spintor umbral económico y nim*spintor calendarizado respectivamente. En los tratamientos confidor*metamidofos umbral económico y calendarizado se encontró un promedio de 0.7 y 1 huevo por hoja por tratamiento evaluado. Estos resultados confirman el mejor control ejercido por los tratamientos de confidor y un nivel intermedio en los productos evaluados a base de nim; se confirmó después del estudio que cultivar tomate en la zona de Sébaco sin uso de agroquímicos para el control de *Bemisia tabaci*, conlleva a los productores a obtener pérdidas económicas hasta en un 100%..

El comportamiento de *Bemisia tabaci* en el estudio realizado en la parcela del agricultor Otoniel Aguirre, no fue el mismo al del otro productor (Johnny Aguirre), ya que a pesar de haberse realizado en la época de verano, los niveles de mosca fueron menores. En cuanto al nivel de adultos de mosca blanca, las diferencias entre los tratamientos e incluso con el testigo fueron menos notorias posiblemente por los bajos niveles de mosca presentes en cada una de las parcelas experimentales. Posiblemente el comportamiento de *Bemisia tabaci* en esta parcela sea característica propia de los patrones de distribución espacial de este insecto en el campo que pueden variar durante la temporada del cultivo, desde aleatorios hasta migratorios (Polston *et al.* 1996). En el Valle de Sébaco; Nicaragua, se ha observado que el movimiento de adultos hacia las plantas de tomate depende de la ubicación de estas dentro del campo en relación con la dirección del viento, y en la mayoría de los campos comerciales se observa un gradiente decreciente de las poblaciones y por ende la incidencia de virosis desde las partes directamente expuestas al viento hacia las partes menos expuestas (Guharay 1994).

Otro factor que posiblemente influyó sobre el manejo de *Bemisia tabaci* en los tratamientos evaluados en los ensayos, fue el establecimiento de cultivos cercanos a la parcela, que sirvieron como hospedantes de esta plaga, ya que existían cultivos de rábano y hierba buena, donde se encontró la presencia del insecto vector.

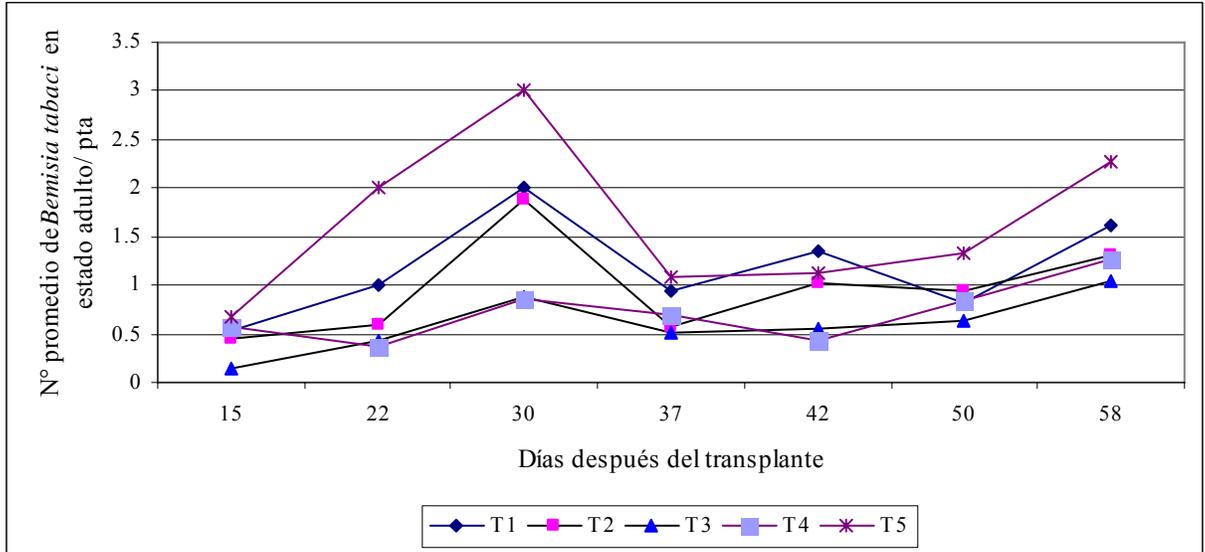
La búsqueda de alternativas a los químicos es una de las metas de este estudio. Se conoce que los insecticidas sintéticos son el método más empleado en el combate de *B. tabaci* en Nicaragua. Para tener éxito en su combate, ya sea mediante químicos o con productos bioplaguicidas, es importante el conocimiento de la biología del insecto, no sólo en el cultivo que produce daños económicos, sino también en hospedantes alternos (Matthews 1992). Además, en varios países el insecto ha desarrollado resistencia a algunos insecticidas organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretroides (Prabhaker *et al* 1985, Abdellaffie *et al.* 1987, Schuster *et al.* 1989, Dittrich *et al.* 1990).

Con el objetivo de evaluar productos bioplaguicidas y sintéticos sobre poblaciones de *Bemisia tabaci* se establecieron dos ensayos en la época de verano y dos en la época de invierno comparando estos productos con un testigo absoluto (cero aplicaciones), obteniendo como resultado; que los tratamientos a base del producto químico Imidacloprid (confidor), fue el que obtuvo los mejores resultados, manteniendo poblaciones relativamente bajas de adultos, huevos y ninfas de *Bemisia tabaci*, así como los mejores rendimientos en Kg./ ha. Siendo los tratamientos a base de aceite de nim natural 0.15 EC los que ejercieron un control intermedio en las poblaciones de este insecto vector, se considera que los bajos costos, el rápido acceso y la eficiencia en el control de las plagas es la principal causa por la cual los productores, siguen considerando los productos de origen sintético una alternativa altamente viable para la producción de este rubro.

Para evitar el desarrollo de resistencia por el uso irracional de determinados plaguicidas algunos estudios indican que el uso de insecticidas para el manejo de *B. tabaci* con nuevos modos de acción, como el imadacloprid (Confidor, Gaucho, Admire) es una buena alternativa de manejo (Bayer 1993); o la combinación de insecticidas con practicas agrícolas y cultivares tolerantes a virus o al vector reducen el riesgo a desarrollar problemas de esta naturaleza (Berling *et al.* 1983). Los resultados de esta investigación reflejan que haciendo aplicaciones de confidor a razón de 0.5 g/ 20 Lt de agua(25 cc de sol. dirigida al pie de la planta, con una frecuencia de 15 días de intervalos entre aspersiones, las poblaciones de adultos de *Bemisia tabaci* no se lograron mantener por debajo del umbral establecido en el estudio de 0.2 moscas blancas/ planta, lo que podría indicar que *Bemisia tabaci* esté desarrollando resistencias al producto.

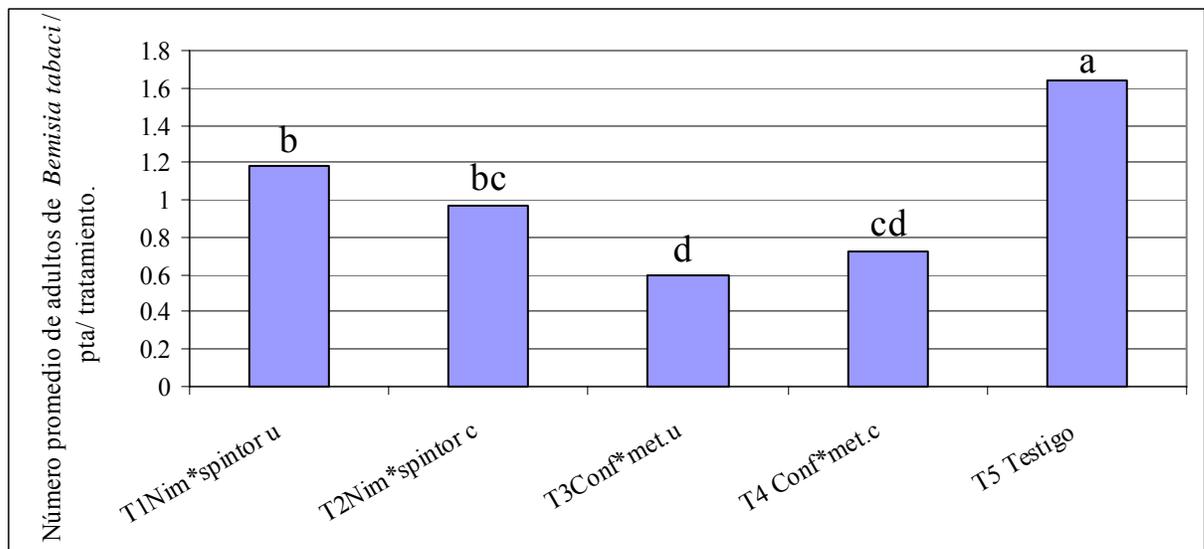
La infección de ninfas en el estudio realizado, donde el productor Otoniel Aguirre fue muy alto comparándose a la incidencia observada en el estudio del agricultor Johnny Aguirre. Las ninfas son importantes en el cultivo debido no sólo al daño que causan sino que al alcanzar el estado adulto se convierten en vectores de los geminivirus. Las ninfas presentan cuatro estadios (instares), siendo móvil el primero y los demás sésiles. Todos se alimentan de la savia del hospedante, con excepción del último, a la cual le llaman “pupa”, ya que tiene una etapa de reposo, durante la que no se alimentan (Byrne y Bellow 1991). El daño de las ninfas es mayor que el de los adultos, ya que reduce el intercambio de gases de las hojas. La fotosíntesis en tomate se reduce por la restricción del intercambio de los gases por los estomas, la reducción del contenido de clorofila (Buntin *et al.* 1993). Además, ambos estadios producen mielecilla, que al caer sobre las hojas sirven de sustrato para el crecimiento del hongo llamado fumagina (*Capnodium spp.*); lo cual interfiere con la fotosíntesis y respiración, reduciendo los rendimientos (Byrne y Bellow 1991).

La hembra de *B. tabaci* ovíparosita de forma aislada o en grupos, y los huevos son insertados en el envés de las hojas jóvenes especialmente (Van Lenteren y Noldus 1990), sujetos por un pedicelo. Son elípticos, miden 0.2-0.3 mm e inicialmente son blancos, pero al madurarse se tornan marrón (King y Saunders 1984). La hembra deposita de 48-394 huevos, con un promedio de 75, según las condiciones climáticas, los cuales eclosionan en 5-10 días después de su oviposición (Azab *et al.* 1972, Eichelkraut y Cardona 1989, Byrne y Bellow 1991). Por lo tanto, la mosca blanca tiene una alta capacidad reproductiva, la cual se manifiesta mejor en el verano cuando no hay tantos factores climáticos adversos.



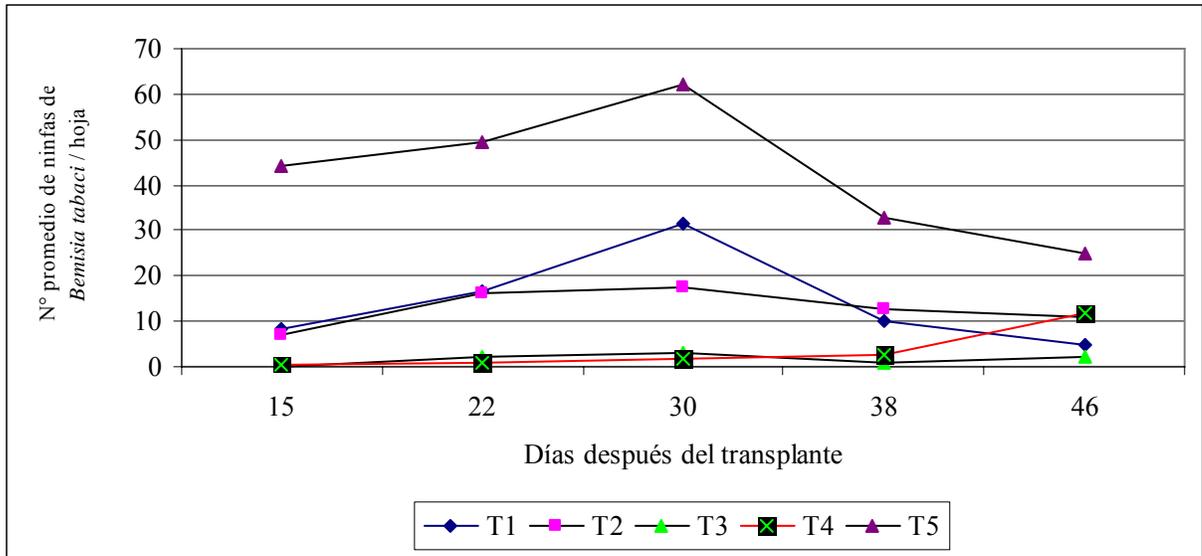
T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 7. Número de adultos de *B. tabaci* por planta contabilizados en el cultivo de tomate, productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



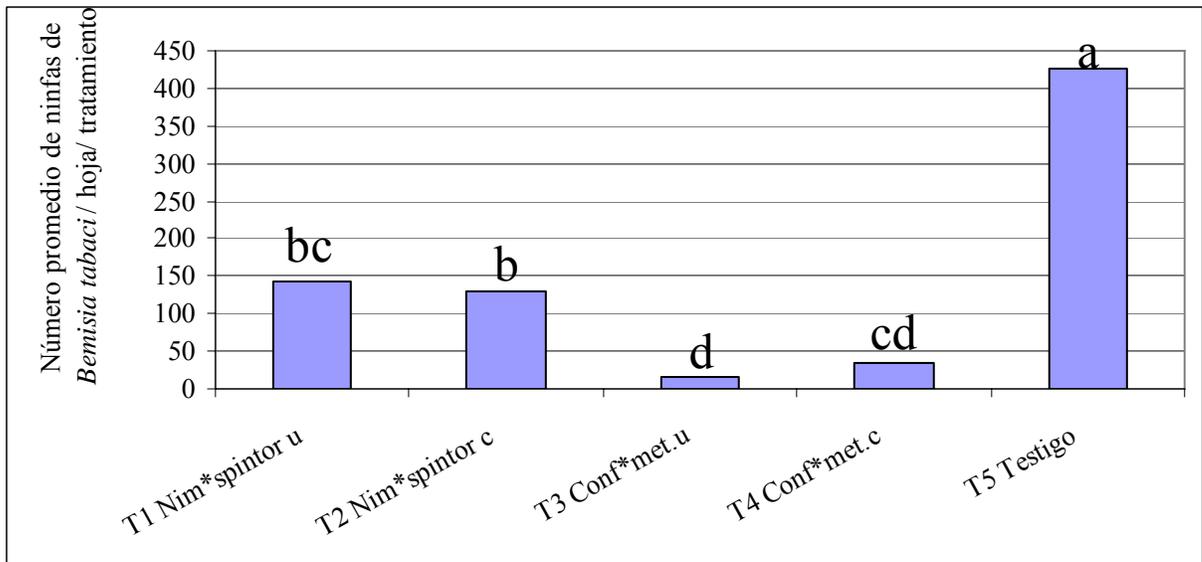
Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0002$). Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.

Figura 8. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci*/ pta/ tratamiento contabilizados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.



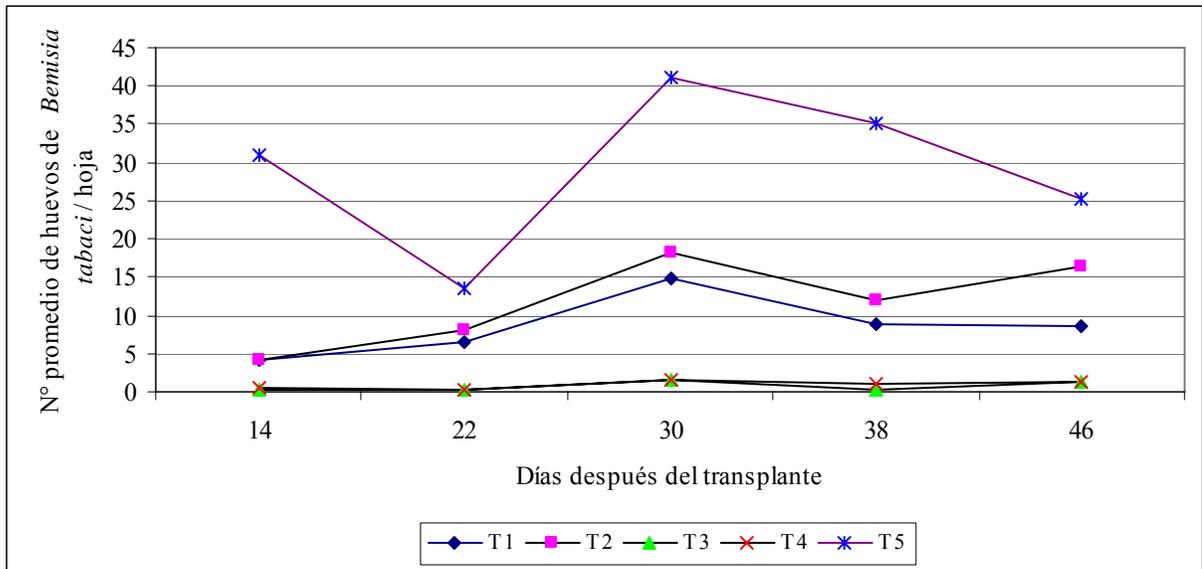
T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 9. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por planta contabilizados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.



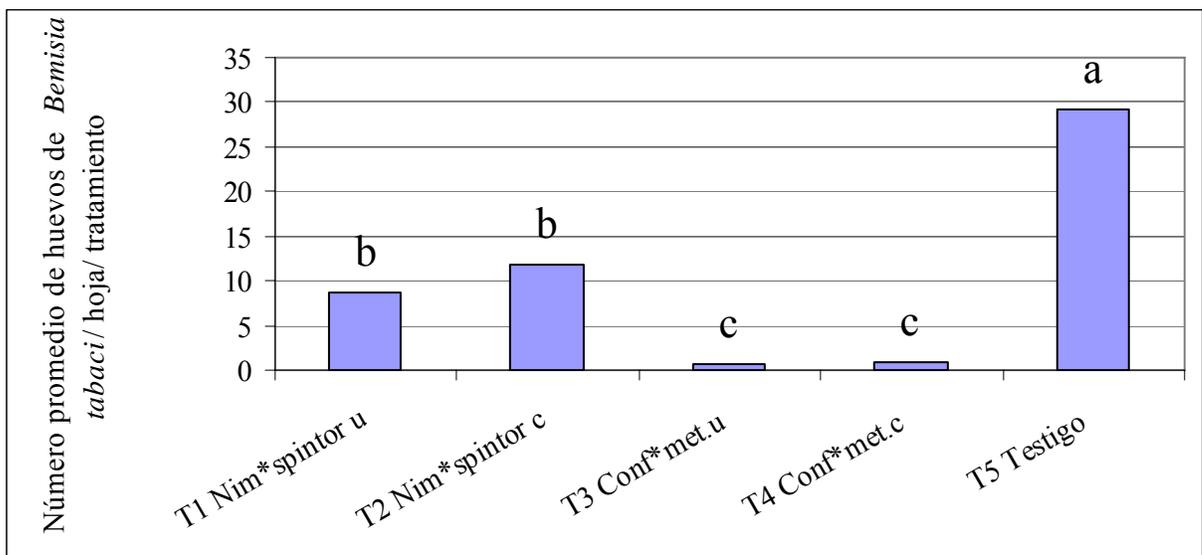
Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0002$). Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.

Figura 10. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci*/ hoja/ tratamiento reportados en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 11. Número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja Otoniel Aguirre; época de verano, Sébaco, Nicaragua, 2004.



Al realizar el ANDEVA según Dúncan al 95 % de probabilidad, se determinaron diferencias altamente significativas con ($P < 0.0001$). Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.

Figura 12. Número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate del productor Otoniel Aguirre, época de verano. Sébaco, Nicaragua 2004.

6.3 MOSCA BLANCA (CICLO DE INVIERNO: ESTUDIO DE JOHNNY AGUIRRE)

6.3.1 Número de adultos de *Bemisia tabaci*

Durante el ciclo de invierno, para este productor, los niveles poblacionales de adultos de mosca blanca fueron comparativamente más bajos que en el verano como se puede observar en la (Figura 13). Entre los 15 y 35 días ddt, los niveles de mosca se mantuvieron inferiores a 7 moscas por planta, siendo el testigo el que presentó los niveles más altos. Sin embargo a partir de los 38 ddt, hubo un incremento sustancial de moscas en el tratamiento testigo, el cual alcanzó 22 moscas y en los tratamientos con Nim que se acercaron a 10 moscas. Los tratamientos con confidor siempre fueron bajos, lo que reafirma el mejor control de este producto. Los resultados del análisis de varianza realizado con 95% de confiabilidad indican una $p = 0.0001$ para esta variable reportando que el promedio de adultos de *Bemisia tabaci* fue altamente significativo entre el testigo absoluto con 11.48 adultos/ planta (Figura 14), y los tratamientos de nim*spintor umbral con 6.4 y nim*spintor calendarizado con 6 moscas blancas por planta, mientras que en los tratamientos a base de confidor, el número de moscas apenas llegó a 1.91 y 1.86/ pta para confidor*metamidofos umbral y calendarizado respectivamente.

6.3.2 Número de ninfas de *Bemisia tabaci*

Durante la época de invierno, el tratamiento testigo presentó los niveles poblacionales más altos durante todos los muestreos realizados, con un pico poblacional a los 38 ddt de 85 ninfas. Los tratamientos de control tanto nim*spintor umbral como calendarizado presentaron niveles máximos de 28 y 25 ninfas/ hoja a los 36 y 42 ddt respectivamente, mientras que la incidencia de ninfas en los productos evaluados a base de confidor presentaron los menores niveles con máximos de 1.5 y 6.7 ninfas/ hoja a los 50 ddt respectivamente (Figura 15). El análisis de varianza indicó que existen diferencias altamente significativas con ($p = 0.0001$) entre el testigo absoluto con 50 y el nim*spintor umbral y calendarizado con niveles de 14 y 16 ninfas/ hoja/ tratamiento respectivamente, mostrando los valores inferiores confidor*metamidofos umbral y calendarizado de 1.6 y 2 ninfas/ hoja/ tratamiento respectivamente (Figura 16).

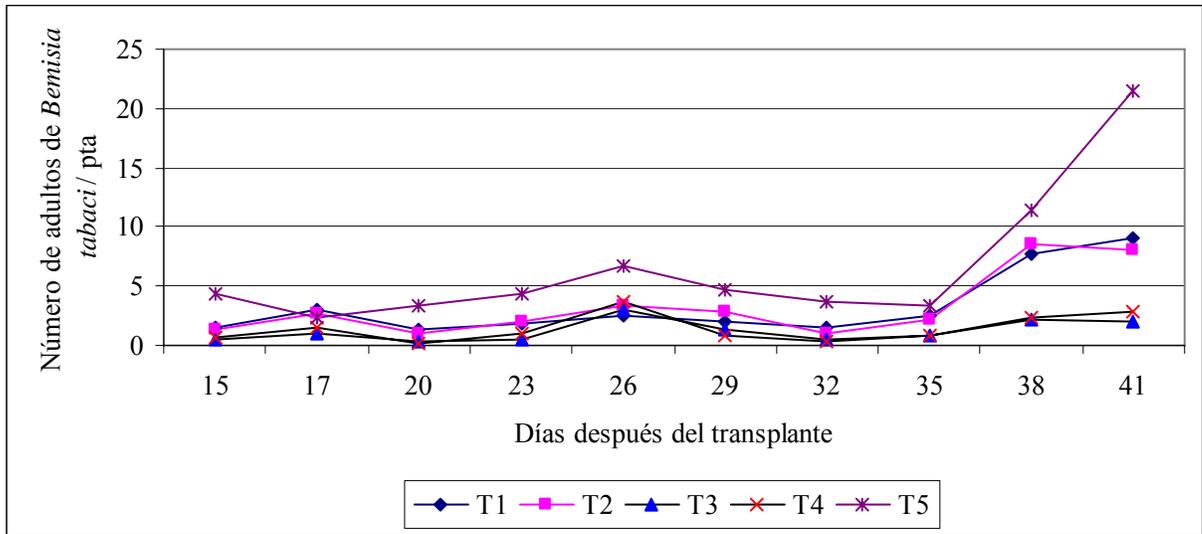
6.3.3 Número de huevos de *Bemisia tabaci*

El número de huevos varió significativamente durante todo el período de estudio en todos los tratamientos (Figura 17), en general el mayor promedio al igual que en los casos anteriores, se presentó en el testigo absoluto, donde los números más altos se presentaron a los 20 y 42 ddt, con 24 y 49 huevos por hoja respectivamente, En nim*spintor umbral económico el número de huevos se mantuvo más bajo durante los muestreos, alcanzando un máximo de 13 y mínimo de 5 huevos por hoja a los 36 y 50 ddt

respectivamente, nim*spintor calendarizado presentó el pico más alto a los 42 ddt con 11 huevos por hoja. Para los tratamientos confidor*metamidofos umbral económico y calendarizado, a los 50 ddt fue donde se registró la mayor incidencia con 1 y 4 huevos por hoja respectivamente.

El promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento, osciló entre 1 en confidor*metamidofos umbral económico y 23 en el testigo absoluto. Se realizó el análisis de varianza encontrándose diferencias altamente significativas con ($P = 0.0001$), entre el testigo absoluto y el resto de los tratamientos, aunque no se presentó diferencias estadísticas al comparar entre sí a los productos evaluados en la investigación para el control de *Bemisia tabaci* (Figura 18).

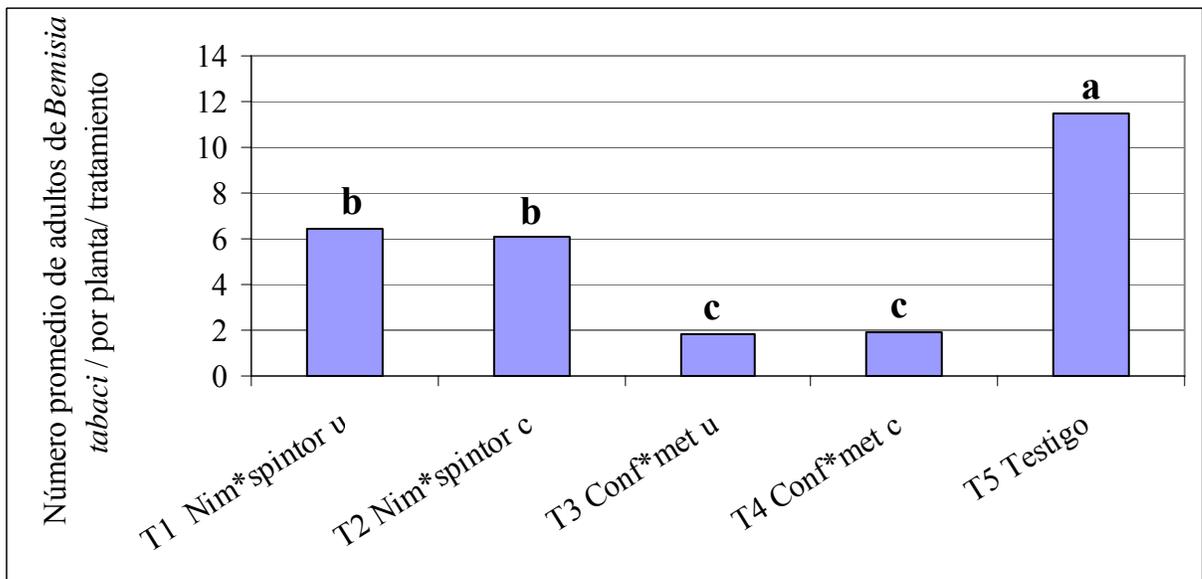
Durante el invierno, los niveles de mosca fueron muy semejantes entre los diferentes tratamientos incluido el testigo, a excepción de los últimos muestreos, posiblemente la lluvia pudo afectar el comportamiento de esta variable. Sin embargo este comportamiento no fue el mismo para las variables huevos y ninfas, las cuales si se comportaron diferente, siendo muy altos en el testigo. Comparativamente, el ciclo de invierno tuvo una menor incidencia de mosca en relación a la época de verano en la finca de este agricultor. El manejo de *Bemisia tabaci* y sus geminivirus es complejo debido a diversos factores como: ciclo de vida, alta fecundidad, diversidad de hospedantes, ubicación en el envés de la hoja, capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas y la gran plasticidad genética para desarrollar biotipos y la facilidad para adaptarse a condiciones nuevas o adversas, lo hacen sumamente difícil de manejar (Traboulsi 1994). Al utilizar productos sintéticos o químicos en este estudio tal es el caso de confidor, se observó que se redujo el nivel poblacional en relación al testigo absoluto y a los tratamientos a base de aceite de nim, pero no se logró mantener niveles de adultos durante todo el ciclo por debajo de los umbrales establecidos, 0.2 moscas adultas por planta y evitar de esta manera la incidencia de virus en el cultivo. La solución del problema mediante insecticidas ha sido insatisfactoria, debido a que bajos números de adultos son suficientes para infectar completamente las plantaciones con geminivirus (Hilje 1993). Esto indica la necesidad de buscar opciones de manejo preventivas contra el vector, especialmente en los primeros 60 días del cultivo (periodo crítico), que retrasen al máximo el desarrollo de la enfermedad, disminuyendo la severidad de los daños ocasionados al cultivo.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

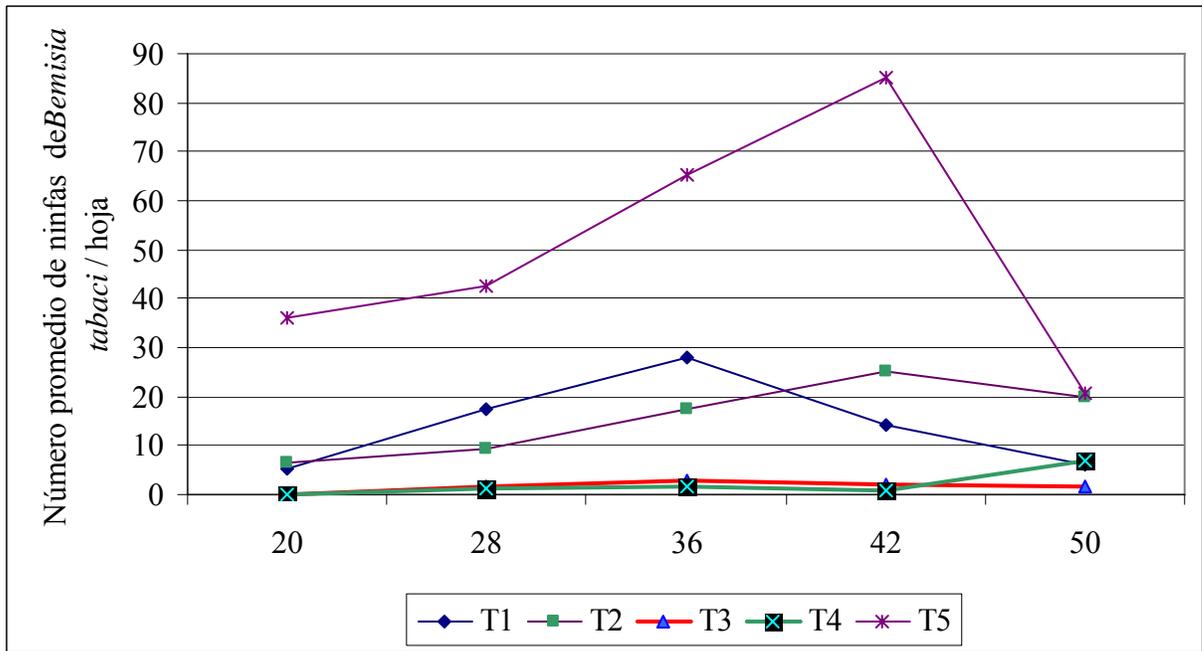
Figura 13. Número de adultos de *Bemisia tabaci* por planta contabilizados en el cultivo de tomate.

Productor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.



Se realizó el análisis de varianza por medio de Dúncan al 95 % de probabilidad, determinando diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$). Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas.

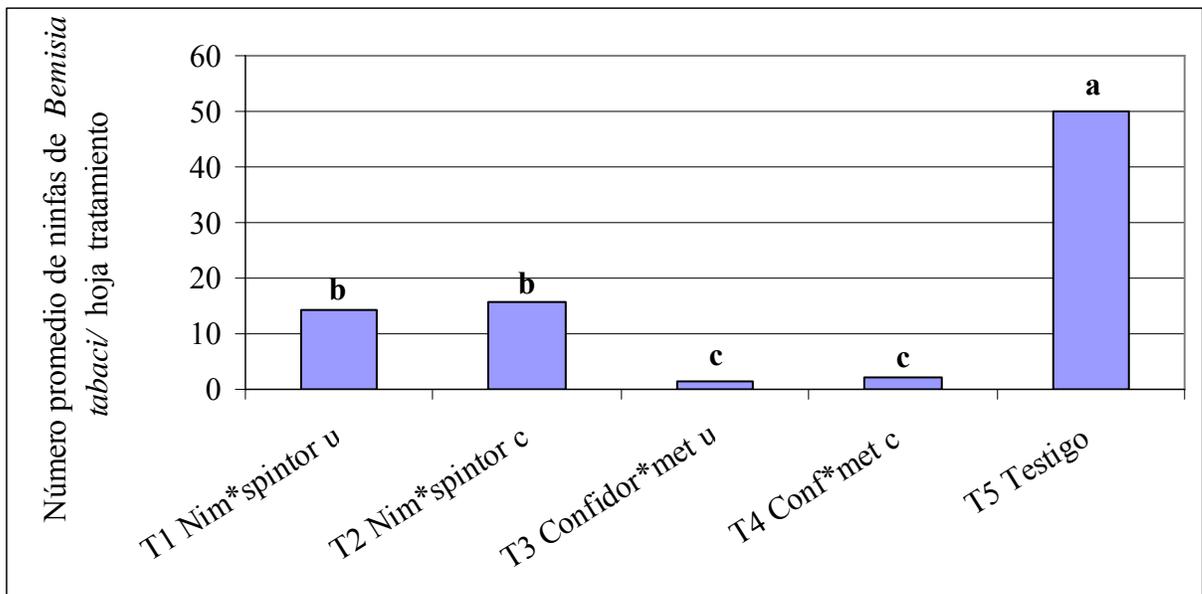
Figura 14. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci* por planta por tratamiento en el cultivo de tomate, productor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

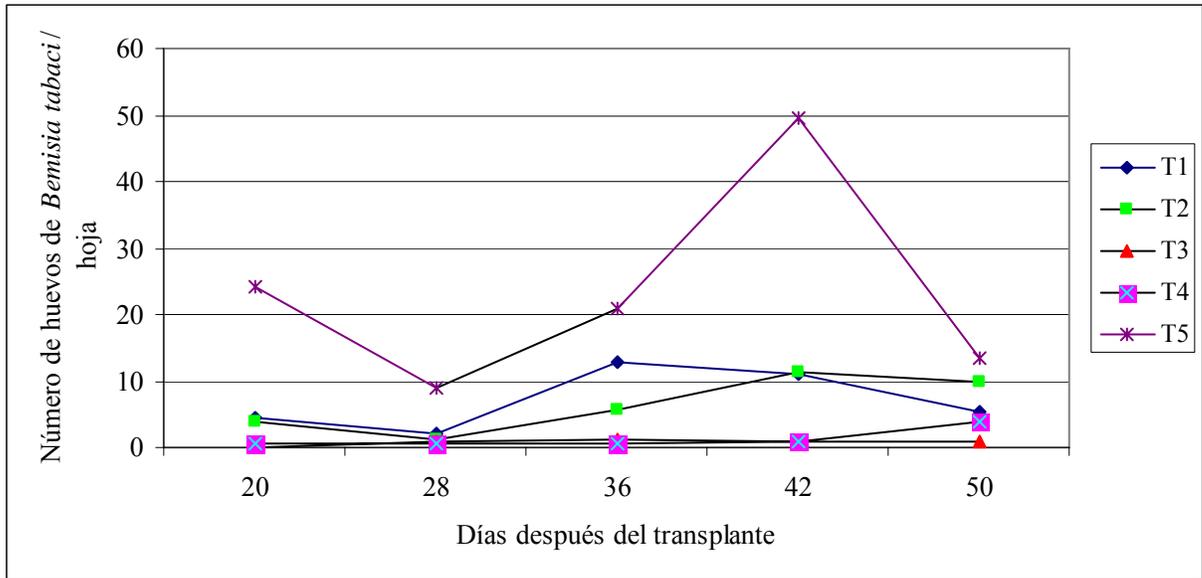
Figura 15. Número de ninfas de *Bemisia tabaci* por planta contabilizadas en el cultivo de tomate.

Productor Johnny Aguirre; época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.



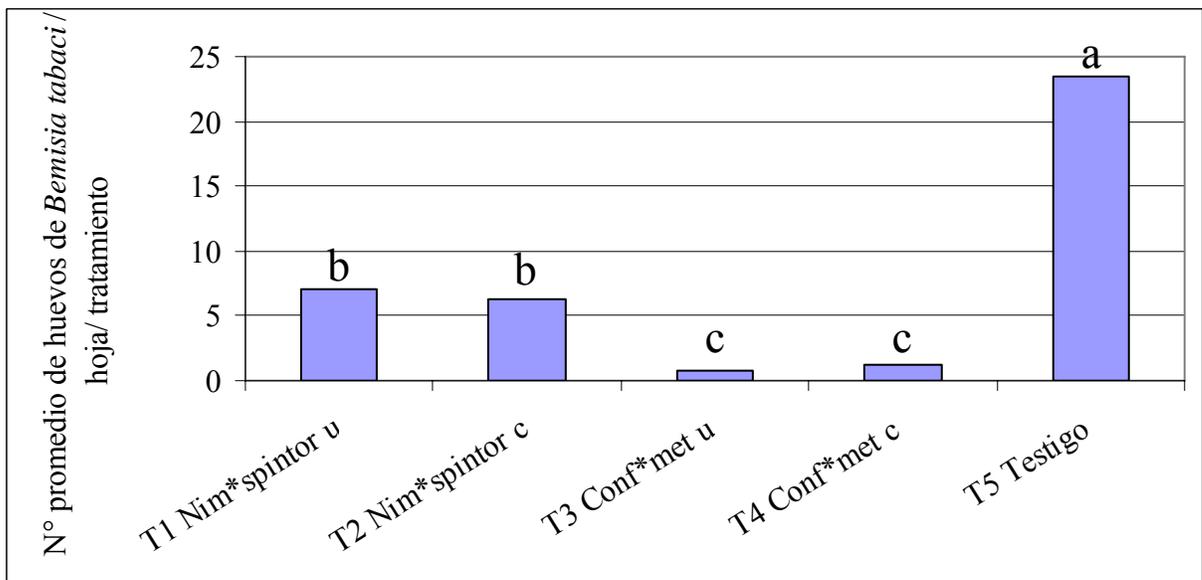
Existen diferencias altamente significativas con ($p = 0.0001$), Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

Figura 16. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate, agricultor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 17. Número de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por. Productor Johnny Aguirre; época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



Existen diferencias altamente significativas con ($p = 0.0001$). Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas con ($P < 0.05$).

Figura 18. Número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Johnny Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.4 MOSCA BLANCA (CICLO DE INVIERNO: ESTUDIO DE OTONIEL AGUIRRE)

6.4.1 Número de adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci*

La población de esta plaga se presentó relativamente baja desde la primera y segunda fecha de recuento para todos los tratamientos, pero a partir de la tercera fecha de monitoreo se incrementó la incidencia de *Bemisia tabaci*, manteniéndose constante su fluctuación en función del tiempo en todos los tratamientos (Figura 19). El testigo presentó los niveles más altos, alcanzando un máximo de 10 y 12 moscas a los 35 y 58 ddt. El pico de mosca blanca más alto para los tratamientos Nim*spintor umbral y calendarizado se obtuvo a los 35 ddt, con 6 y 7.63 moscas por planta respectivamente, mientras que en confidor*metamidofos umbral y calendarizado alcanzó valores más altos en la última fecha evaluada con 6.48 y 4.80 adultos por planta. Si se compara este ciclo de invierno con el de verano para este productor, ocurrió lo contrario con respecto al productor Johnny Aguirre, ya que en este caso de Otoniel Aguirre, los niveles de mosca se incrementaron sensiblemente. Sin embargo la información disponible indica que en verano es cuando se incrementan las poblaciones de mosca ya que la lluvia ejerce un control natural muy eficiente y normalmente las poblaciones en invierno son relativamente bajas. Al realizar el análisis de varianza para el número total de adultos de *Bemisia tabaci* por planta, se encontraron diferencias significativas con $P = 0.05$, entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. El promedio de adultos de *Bemisia tabaci* por planta osciló entre 2.75 y 2.96 moscas por planta en los tratamientos confidor*metamidofos calendarizado y confidor*metamidofos umbral, seguidos de nim*spintor umbral con 3.42 y nim*spintor calendarizado con 3.67, mientras que el testigo presentó los valores más altos con 4.9 moscas por planta (Figura 20).

6.4.2 Número de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci*

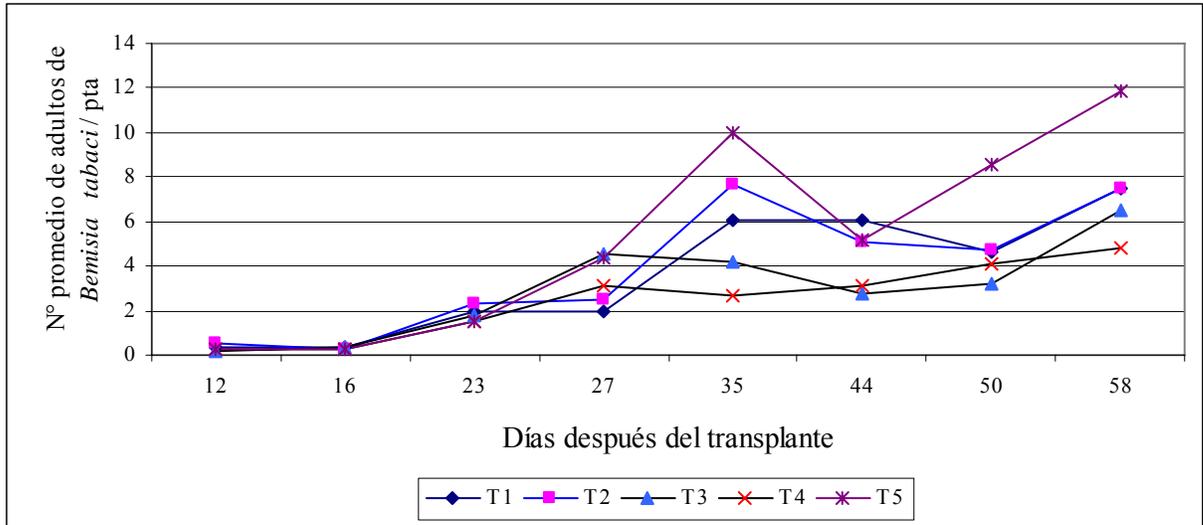
La incidencia de ninfas de mosca blanca fue mayor en el testigo durante todos los muestreos realizados, presentándose la mayor población a los 36 ddt con 70 ninfas/ hoja. En los tratamientos a base de nim los niveles de ninfas fueron intermedios y en los de confidor fueron muy bajos, lo que indica el grado de control ejercido por los productos evaluados sobre poblaciones de mosca blanca (Figura 21). El ANDEVA realizado a todos los tratamientos experimentados indica que existe diferencias altamente significativas con $p = 0.0003$, entre el testigo y el resto de tratamientos en estudio, los cuales obtuvieron poblaciones promedio de 15 y 13 ninfas/ hoja/ tratamiento para nim*spintor umbral económico y calendarizado respectivamente, de 2 y 3 ninfas/ hoja/ tratamiento para confidor*metamidofos umbral

económico y calendarizado respectivamente y de 43 ninfas/ hoja/ tratamiento para el testigo absoluto (Figura 22).

6.4.3 Número de huevos de mosca blanca *Bemisia tabaci*

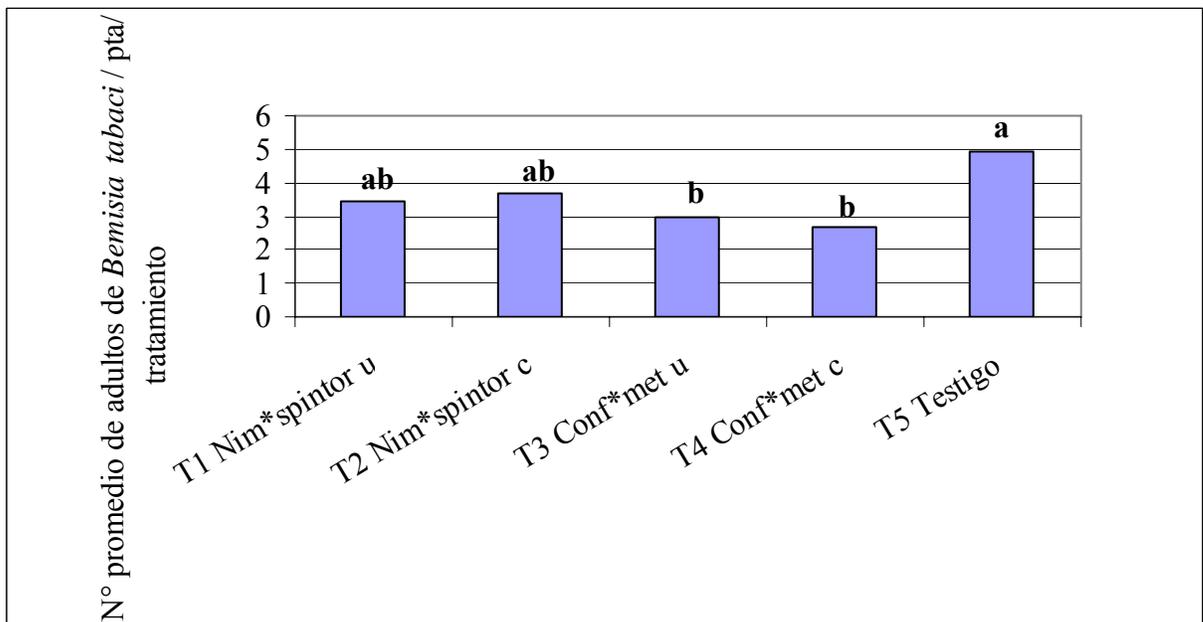
El mayor número de huevos de mosca blanca se presentó en el testigo absoluto, donde los números más altos se contabilizaron a los 20 y 42 ddt, con 22 y 14 huevos de *Bemisia tabaci*/ hoja (Figura 23), los niveles fueron intermedios en nim*spintor umbral y calendarizado, siendo el pico más alto en el segundo tratamiento a los 50 ddt, con 14 huevos de *Bemisia tabaci* por hoja, en el tratamiento nim umbral, se manifestó la mayor incidencia a los 36 ddt con 5 huevos por hoja, en los tratamientos evaluados; el que obtuvo el menor número de huevos de *Bemisia tabaci*, fue confidor*metamidofos umbral económico presentando 0 huevos a los 20 y 28 ddt, alcanzando el mayor número de huevos a los 50 ddt con 1 posturas por hoja. El tratamiento confidor*metamidofos calendarizado, reportó los valores más altos a los 50 ddt alcanzado un valor de 2 huevos de *Bemisia tabaci*/ hoja. El número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* mostró diferencias altamente significativas con $p = 0.0002$, entre el testigos y todos los tratamientos estudiados para el control de este insecto vector (Figura 24).

La incidencia de mosca blanca, fue más alta en el estudio realizado en la finca de este agricultor durante la época de invierno en relación a la de verano, posiblemente la baja incidencia de mosca blanca en este sitio experimental se debió a la reducida presencia de plantas hospedantes de esta plaga. Sin embargo era de esperar que el comportamiento fuera el contrario al obtenido como resultado, ya que la lluvia actúa como un factor de mortalidad muy importante, que baja sustancialmente las poblaciones. Así mismo, el efecto de los tratamientos no fue tan diferente ya que el testigo tuvo niveles de mosca similares a los tratamientos de control, principalmente con adultos, no así con las variables número de ninfas y huevos de mosca blanca. En el caso de este productor Otoniel Aguirre, un factor muy determinante en las poblaciones de *Bemisia tabaci* en estado adulto, posiblemente fue la lluvia, esta genero diversa vegetación que sirvió de hospedante a esta plaga, la variación constante de la temperatura, esta pudo influenciar el número de generaciones del insecto vector de geminivirus, otro factor podría ser el establecimiento de cultivos hospedantes en contorno a la parcela experimental por agricultores de la zona, ya que se observo la presencia de adultos de *Bemisia tabaci* en cultivos de hierba buena, rábano y pepino. La baja densidad poblacional de *Bemisia tabaci* en la época de verano, podría haberse debido a la ausencia de vegetación presentada durante las etapas fenológicas iniciales del cultivo de tomate y a la falta de cultivos hospedantes en contorno a la parcelas del ensayo experimental.



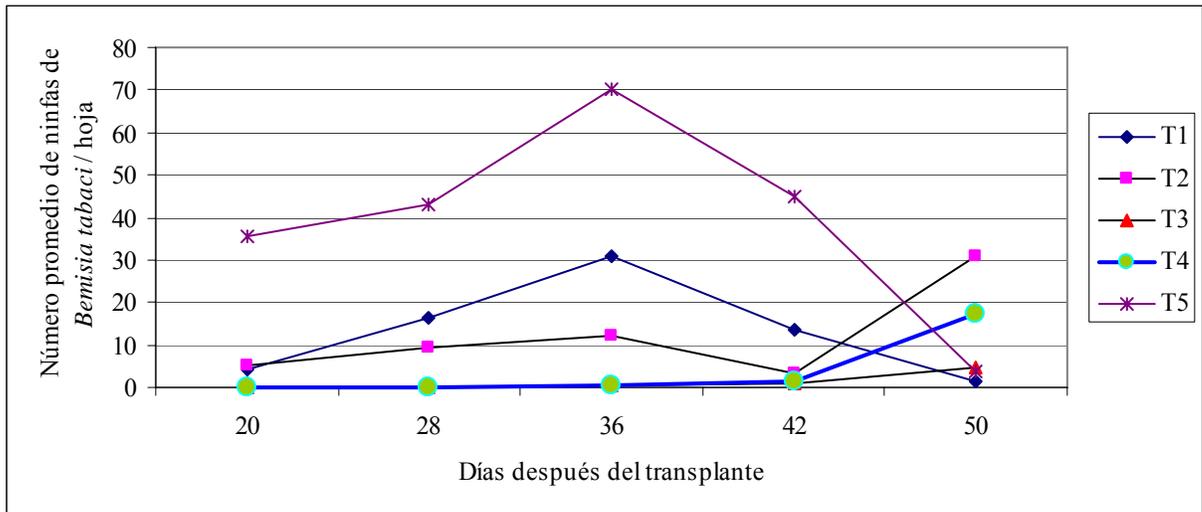
T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 19. Número de *Bemisia tabaci* en estado adulto por planta contados en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



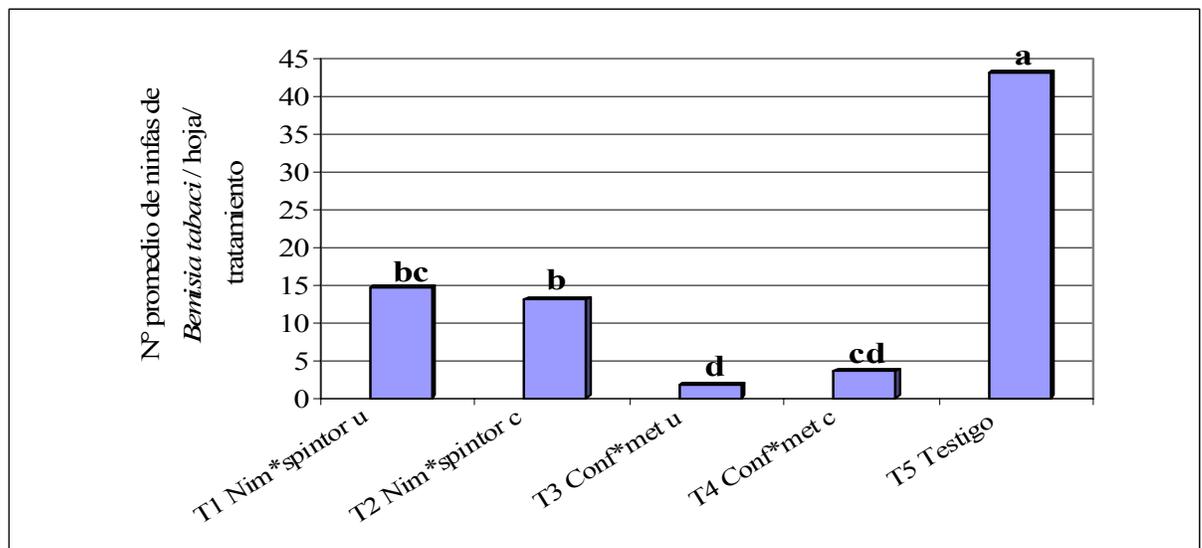
Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$). Según prueba de Dúncan con un 95% de confianza.

Figura 20. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci* por planta en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre; época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



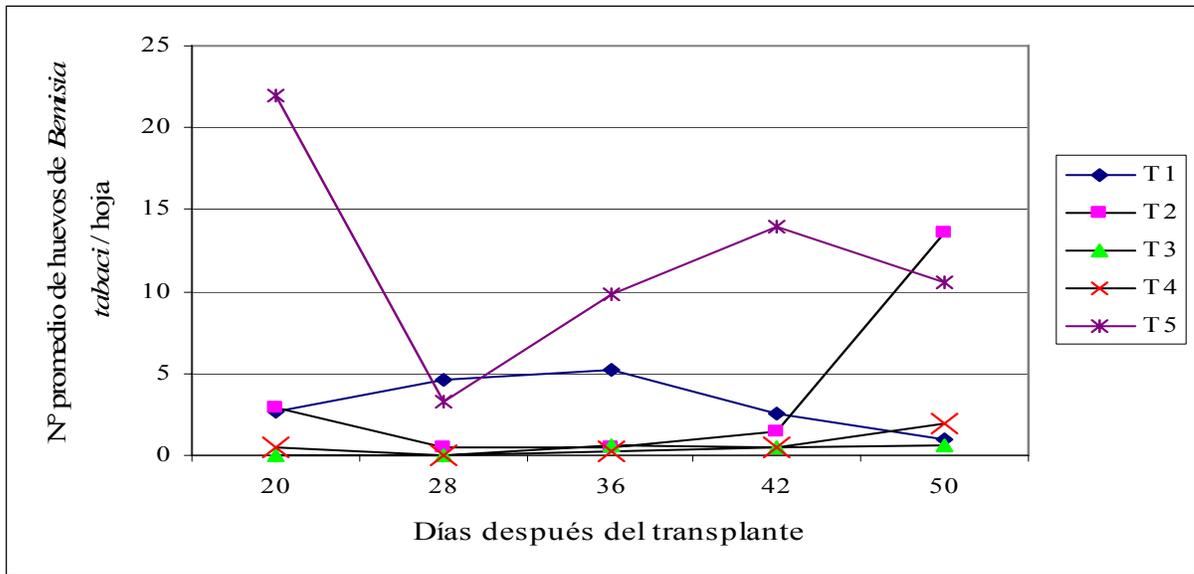
T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 21. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja contabilizados en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



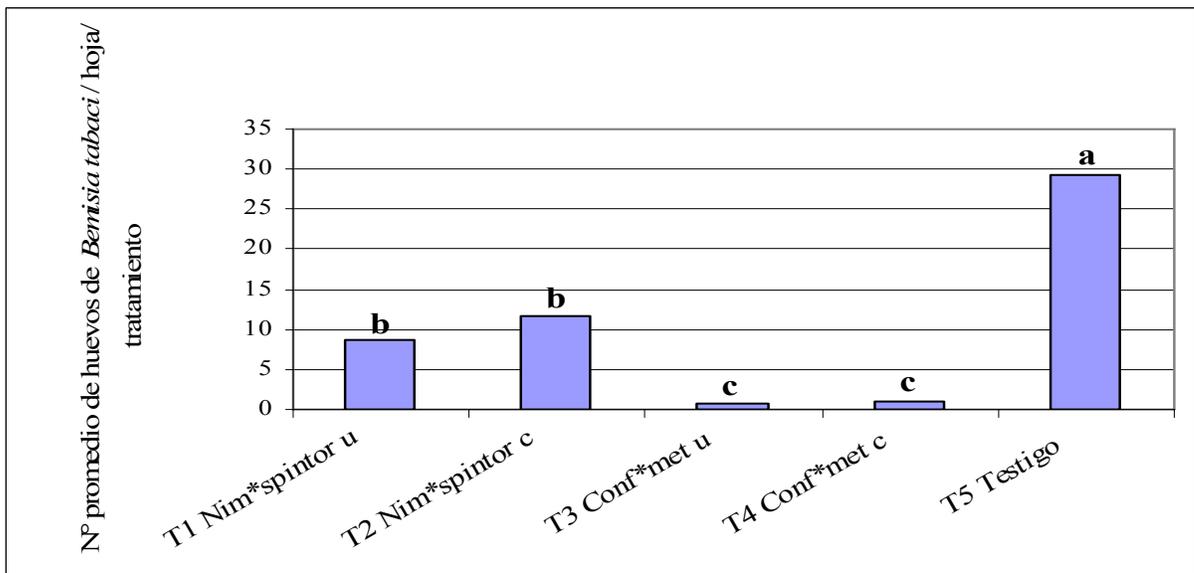
Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$).

Figura 22. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 23. Número de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$).

Figura 24. Número promedio de huevos de *Bemisia tabaci* por hoja por tratamiento presentes en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.5 GUSANO DEL FRUTO *Helicoverpa zea* ÉPOCA DE VERANO, 2004.

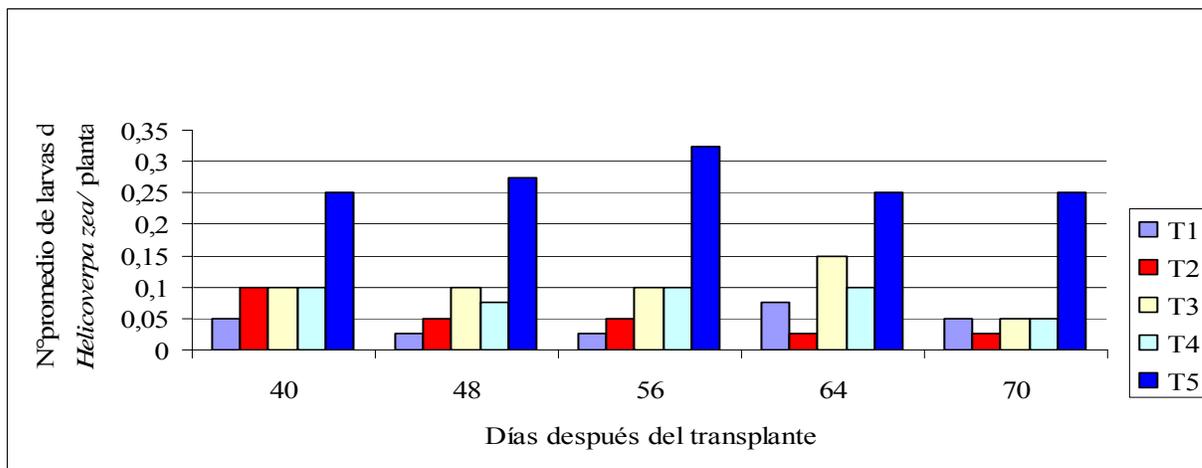
6.5.1 Número de larvas de *Helicoverpa zea*, época de verano

El número total de larvas de *Helicoverpa zea* por tratamiento se presenta en el cuadro 3. El testigo absoluto presentó el pico poblacional más alto a los 56 ddt con 13 larvas por cada 40 plantas muestreadas, en los tratamientos nim*spintor umbral económico y confidor*metamidofos umbral económico, la cantidad de larvas colectadas alcanzó el máximo a los 64 ddt con 3 y 6 larvas por tratamiento respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* capturados en hojas del cultivo de tomate por tratamiento en la fase reproductiva del cultivo, época de Verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

Tratamiento	Días después del transplante del cultivo de tomate				
	40	48	56	64	70
T1 nim*spintor umbral económico	2	1	1	3	2
T2 nim*spintor calendarizado	4	2	2	1	1
T3 confidor*metamidofos umbral económico	4	4	4	6	2
T4 confidor*metamidofos calendarizado	4	3	4	4	2
T5 Testigo absoluto	10	11	13	10	10
TATAL	24	21	24	24	17

Las larvas de *Helicoverpa zea*, empezaron a encontrarse en el follaje del cultivo a partir de los 40 ddt, descendiendo el número de individuos a los 70 ddt, en el tratamiento nim*spintor umbral, manteniendo comportamientos estables los tratamientos confidor*metamidofos calendarizado y el confidor*metamidofos umbral) con promedios de 0.1 y 0.1 larvas por planta respectivamente, presentando la mayor incidencia de larvas el testigo con 0.3 larvas por planta. Los valores promedios por planta se presentan en la (Figura 25). Se consideró un umbral económico de 6 larvas por 40 plantas muestreadas = 0.15 larvas/ planta para tomar la decisión de aplicar un determinado producto para el control o manejo de esta plaga.

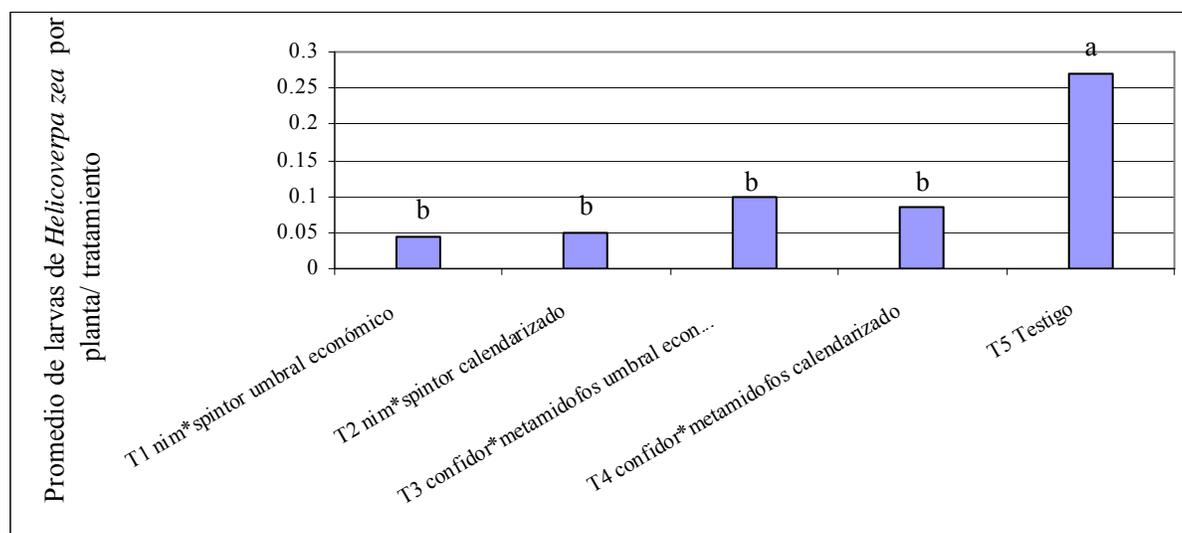


T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 25. Número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por planta encontrados por tratamiento estudiado en función del tiempo. Productor Johnny Aguirre, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

El análisis de varianza aplicado a la variable número de larvas de *H. zea* reportó diferencias altamente significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos; nim*spintor umbral económico, nim*spintor calendarizado, confidor*metamidofos umbral económico y confidor*metamidofos calendarizado con un valor $p = 0.0001$, pero no encontró diferencias entre los tratamientos evaluados para el control de larvas. Según prueba de Dúncan con un 95% de confianza (Figura 26). Las mayores cantidades de larvas en el cultivo se encontraron en el estrato superior de la planta. Las larvas de *Helicoverpa zea* prefieren alimentarse de estructuras de la planta ricas en nitrógeno (Harwick, 1965), principalmente estructuras reproductivas y puntos de crecimientos (Flitt, 1989; Twine, 1979).

Los valores más altos de larvas de *Helicoverpa zea* fue para los tratamientos 1, 3, y 4 aplicados para el control del gusano del fruto de tomate, este pico se presentó a los 64 ddt en el mes de Abril. (Daxl, 1989) afirma que después de variós años de trabajo con trampas lumínicas en Nicaragua, se recolectaron datos que demuestran la presencia de adultos de *Heliothis* spp durante todo el año, con picos poblacionales de Mayo a Junio y de Septiembre a Enero. En el período de estudio se logró observar que las plantas correspondientes a los tratamiento 1,3 y 4 presentaban mayor área foliar en relación a los demás tratamientos estudiados, los cuales podrían brindar mayores a alimentos y refugio a las larvas del fruto de tomate. La mayor presencia de *Helicoverpa* spp también puede estar determinada con la fecha en que se estableció el cultivo, ya que coincidió con los meses donde se presenta la mayor pluviosidad en Sébaco, Nicaragua; por ende existe más alimentos y plantas hospedantes para las larvas. El número de generaciones posibles cada año esta directamente influenciada por la temperatura, la secuencia y disponibilidad de hospedantes (Flitt 1989). También argumenta que la lluvia influye indirectamente en la abundancia estacional de *Helicoverpa* spp., al aumentar la disponibilidad de alimentos.



Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$).

Figura 26. Número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por planta en el cultivo de tomate durante la época de verano. Productor Johnny Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.5.2 Número de huevos de *Helicoverpa zea* productor Johnny Aguirre, época de Verano.

No hubieron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable número promedio de huevos de *Helicoverpa zea*, con $p = 0.0625$, aunque se esperaba encontrar mayor incidencia de huevos en el testigo absoluto, donde no se aplicó ningún tipo de producto para el control de larvas y adultos de esta plaga.

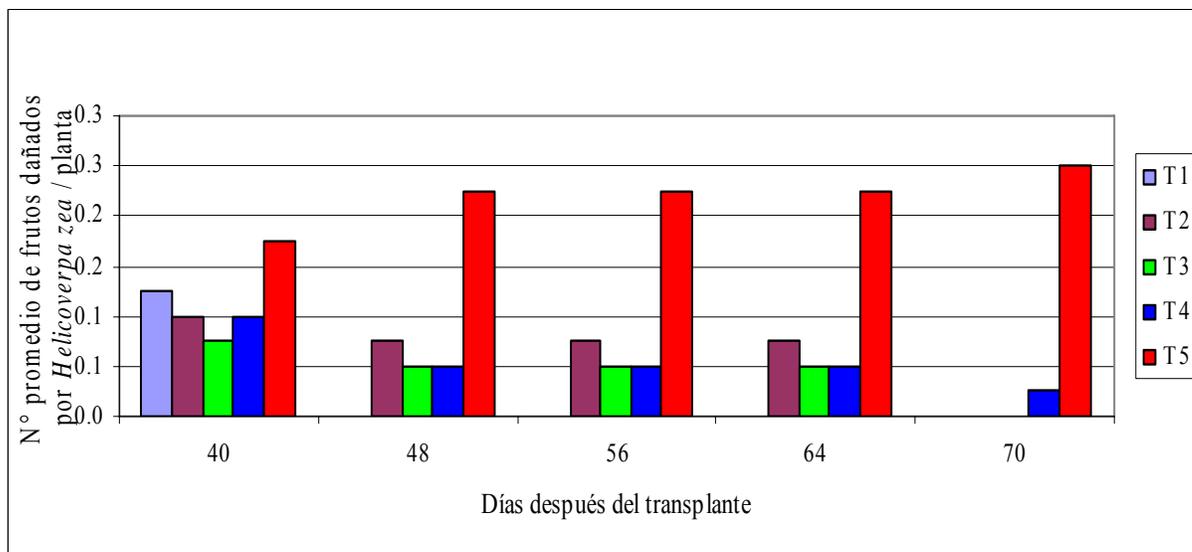
6.5.3 Número de frutos de tomate dañados por planta en la época de Verano, 2004.

La mayor cantidad de frutos dañados a causa del ataque de *Helicoverpa zea* por planta, se presentó en el testigo absoluto con valores máximos y mínimos de 0.25 y 0.18 frutos dañados/ planta respectivamente. Para evaluar el daño de esta plaga, se consideró un umbral económico de 2 frutos dañados por cada 40 plantas muestreada. Los índices de daños más bajos fueron observados en nim*spintor umbral económico, donde solamente se reportaron frutos con daños en la primer semana de monitoreo a los 40 ddt con 0.13 frutos dañados/ planta, seguido de confidor*metamidofos umbral económico, con 0.08 y 0 frutos dañados a los 48 y 70 ddt respectivamente (Figura 27).

Para el número promedio de frutos dañados entre los tratamientos (Figura 28), las diferencias fueron altamente significativas entre el testigo absoluto y los tratamientos; nim*spintor umbral económico, nim*spintor calendarizado, confidor*metamidofos umbral económico y confidor*metamidofos calendarizado con $p = 0.002$, pero no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados (spintor y metamidofos), según umbral económico y calendario para el control de esta plaga.

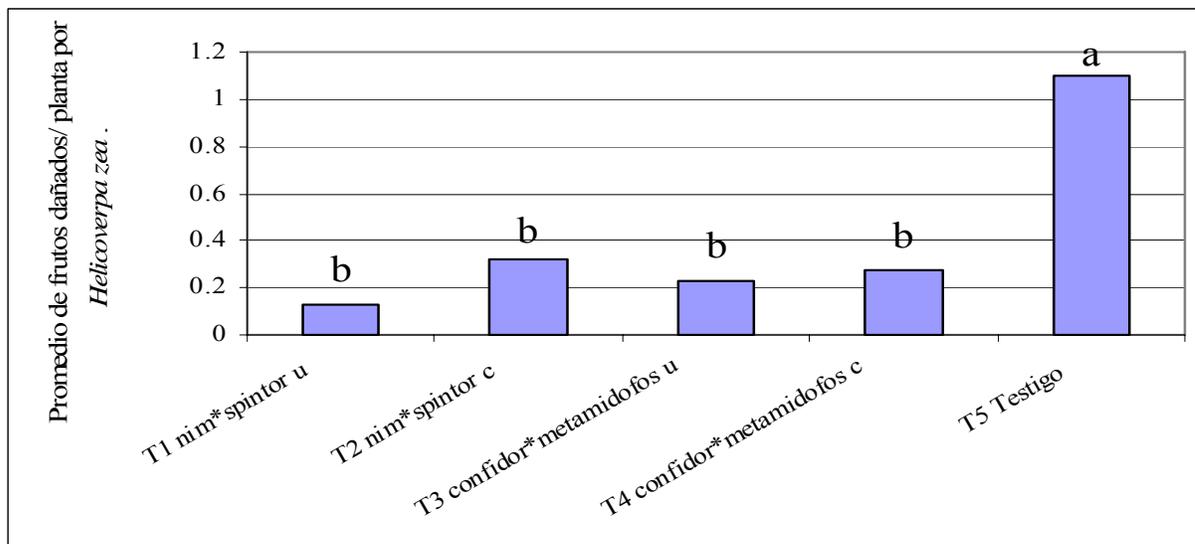
El bajo nivel de frutos dañados por *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate, en los tratamientos de spintor y metamidofos, posiblemente contribuyó la influenciada de factores como; la temperatura y la disponibilidad de hospedantes alternos al ensayo, lo cual no permitió, fluctuaciones en la población de esta plaga. Según (Flitt, 1989) el número de generaciones posibles cada año está directamente influenciada por la temperatura y disponibilidad de hospedantes. Además señala que la lluvia influye indirectamente en la abundancia estacional de *Helicoverpa* spp.; al aumentar la disponibilidad de hospedantes. (King, 1979) Afirma que el mayor número de frutos dañados por larvas se presenta cuando hay mayor abundancia de frutos de tomate. Observaciones similares fueron hechas por Raulston *et al.* (1980) en el cultivo de algodón y por Gross *et al.* (1976) en el cultivo de maíz, pues en ambos casos la mayor abundancia de frutos y condiciones climáticas favorables de temperatura causaron incrementos en el número de larvas.

El pico máximo de frutos dañados en el testigo, se observó a los 64 y 70 ddt, posiblemente debido a la mayor formación de frutos en ese período, además que la acumulación de calor no fue una limitante para el desarrollo de las larvas, la mayor formación de frutos permitió el desarrollo de las mismas, así como la falta de aplicación de productos para su manejo. Las larvas por su mayor movilidad se desplazan del follaje hacia los frutos cercanos, pues son estas las estructuras reproductivas con alto contenido de nitrógeno, el alimento favorito de las larvas (Ali *et al.*; 1989, Hardwick, 1965, Fitt 1989, Twine, 1979).



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 27. Número promedio de frutos por planta dañados por *Helicoverpa zea*. Productor Johnny Aguirre. Época de Verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$).

Figura 28. Número promedio de frutos dañados por *Helicoverpa zea* por tratamiento en el cultivo de tomate durante la época de verano. Productor Johnny Aguirre, Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.6 GUSANO DEL FRUTO *Helicoverpa zea* ÉPOCA DE INVIERNO, 2004.

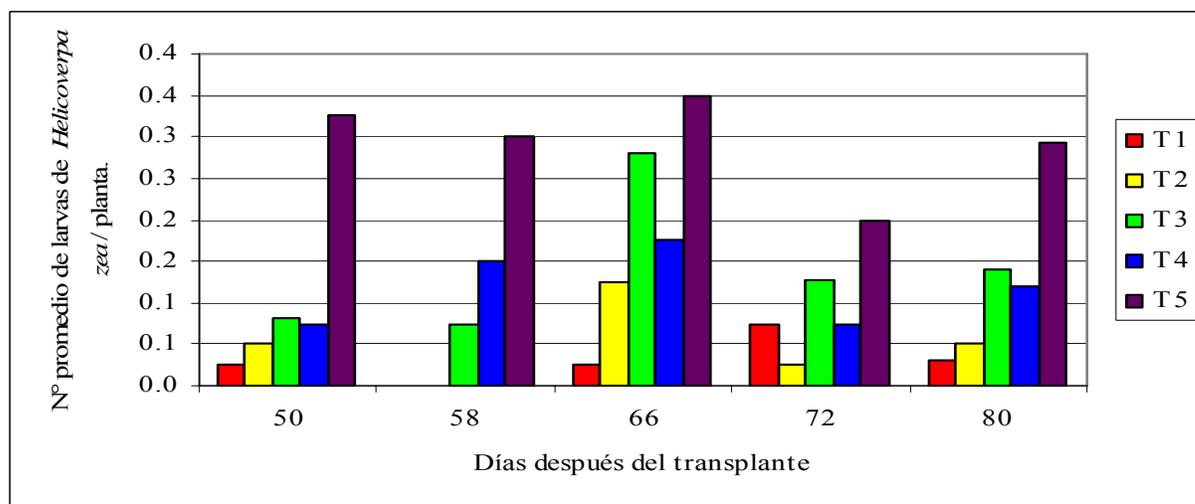
6.6.1 Número de larvas de *Helicoverpa zea* presentes en el follaje del cultivo de tomate.

La incidencia de *Helicoverpa zea* varió durante toda la etapa reproductiva del cultivo; para estimar la población de larvas, se evaluó el número de individuos capturados por tratamiento en los cuatro bloques del ensayo, en total se muestrearon 40 plantas al zar, considerando un umbral económico de 6 larvas /40 plantas muestreadas, lo que equivale a 0.15 larvas de *Helicoverpa zea*/ planta. La mayor incidencia de larvas se reportó en el testigo absoluto con valores que oscilaron entre 8 y 14 larvas por cada 40 plantas muestreadas, el tratamiento que presentó las poblaciones más bajas fue nim*spintor según umbral económico, con valores mínimos de 1 y máximos de 3 larvas por recuento respectivamente entre 50 y 80 ddt (cuadro 6 y Figura 29).

Al realizar el análisis de varianza para el número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por tratamiento se encontraron diferencias altamente significativas con $p = 0.0002$ entre el testigo y el resto de tratamientos aplicados para el control de larvas, también se encontraron diferencias entre nim*spintor umbral y confidor*metamidofos umbral con 0.16 y 0.7 larvas promedio por tratamiento, pero no se encontraron diferencias entre los tratamientos nim*spintor calendarizado y confidor*metamidofos calendarizado con 0.25 y 0.59 larvas promedio por tratamiento (Figura 30).

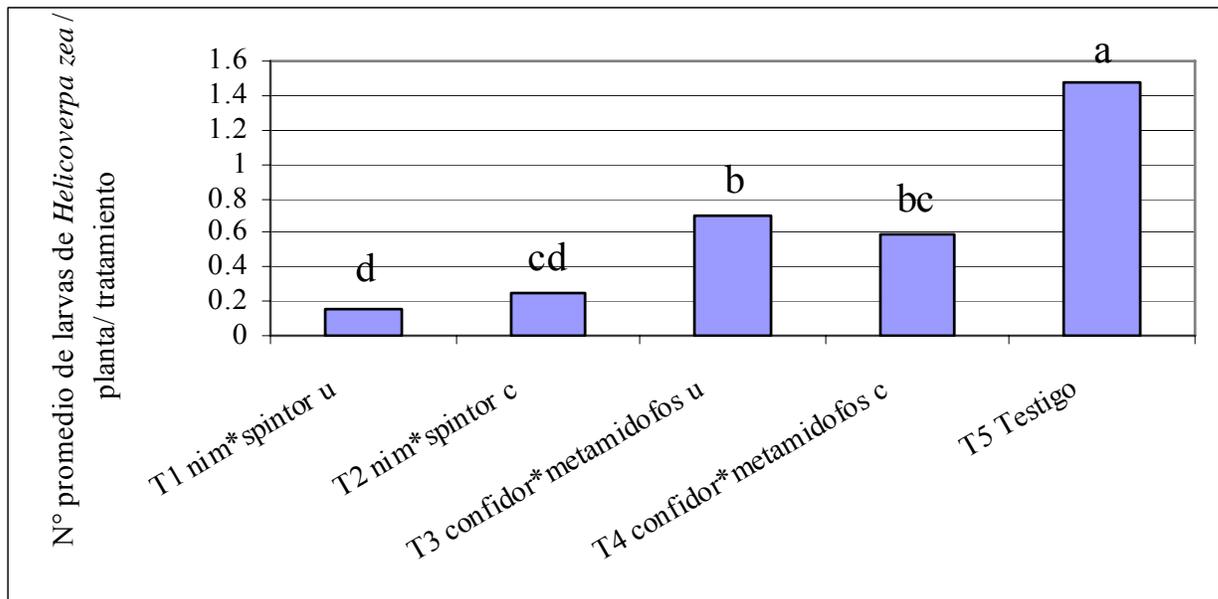
Cuadro 6. Número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por tratamiento presentes en el cultivo de tomate en función del tiempo, época de invierno, 2004.

Tratamientos	Días después del transplante.				
	50	58	66	72	80
T1 nim*spintor umbral económico	1	0	1	3	1
T2 nim*spintor calendarizado	2	0	5	1	2
T3 confidor*metamidofos umbral económico	3	3	11	5	5
T4 confidor*metamidofos calendarizado	3	6	7	3	4
T5 Testigo absoluto	13	12	14	8	11
TOTALES	22	21	38	20	23



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 29. Número promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por planta en el cultivo de tomate, época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas con $P < 0.05$.

Figura 30. Promedio de larvas de *Helicoverpa zea* por planta/ tratamiento en el cultivo de tomate, en la época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

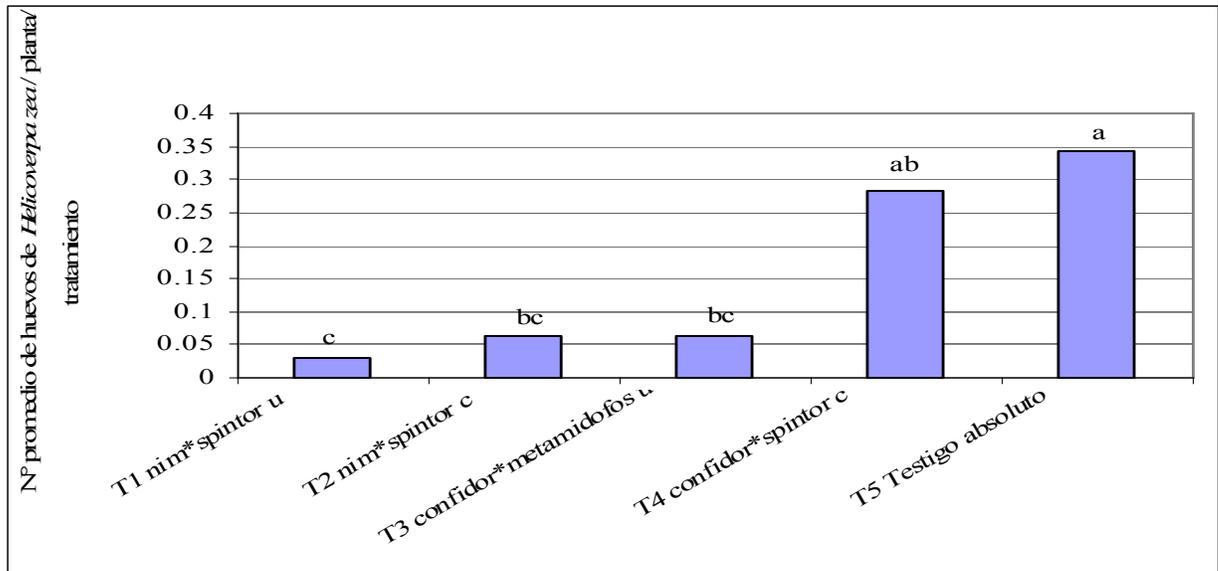
6.6.2 Número de huevos de *Helicoverpa zea* contabilizados en la época de invierno.

El número promedio de huevos de *Helicoverpa zea* por tratamiento en función del tiempo (ddt), fue menor en relación al promedio de larvas encontradas en los tratamientos, sin embargo se observó que el mayor número de huevos, fue en el testigo absoluto alcanzando el pico más alto con 8 huevos en 40 plantas muestreadas, seguido del tratamiento confidor*metamidofos calendarizado con 5 huevos/ 40 plantas en el segundo recuento a los 58 ddt. La incidencia de huevos de *Helicoverpa zea*, a los 58 y 66 ddt, durante este período los niveles poblacionales se mantuvieron en cero para todos los tratamientos, observándose la presencia de huevos nuevamente, en el último recuento en los tratamientos nim*spintor calendarizado, confidor*metamidofos umbral económico, confidor*metamidofos calendarizado y el Testigo con valores de 1, 1, 2 y 3 huevos en promedio por tratamiento respectivamente (Cuadro 7).

Al realizar el análisis de varianza a la variable promedio de huevos por planta de *Helicoverpa zea*, se observaron diferencias con $p = 0.019$, entre el testigo absoluto con 0.34 huevos y los tratamientos nim*spintor umbral, nim*spintor calendarizado y confidor*metamidofos umbral, con 0.03, 0.06 y 0.06 huevos por tratamiento respectivamente, también se encontró diferencias entre nim*spintor umbral con 0.03 y confidor*metamidofos calendarizado con 0.28 huevos por tratamiento, pero no se encontraron diferencias entre el testigo absoluto con 0.34 y el confidor*metamidofos calendarizado con 0.28 huevos por tratamiento, así mismo no se encontraron diferencias entre los tratamientos nim*spintor calendarizado, confidor*metamidofos umbral y confidor*metamidofos calendarizado con 0.06, 0.06 y 0.28 huevos por tratamiento respectivamente al compararlos entre sí (Figura 31).

Cuadro 7. Número promedio de huevos de *Helicoverpa zea* por tratamiento presentes en el cultivo de tomate en función del tiempo, época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua, 2004.

Tratamientos	Días después del transplante				
	50	58	66	72	80
T1 nim*spintor umbral económico	1	0	0	0	0
T2 nim*spintor calendarizado	2	0	0	0	1
T3 confidor*metamidofos umbral económico	2	0	0	0	1
T4 confidor*metamidofos calendarizado	4	5	0	0	2
T5 Testigo absoluto	3	8	0	0	3
TOTALES	12	13	0	0	7



Medias con letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas con $P < 0.05$.

Figura 31. Promedio de huevos de *Helicoverpa zea* por planta/ tratamiento en el cultivo de tomate, época de invierno. Productor Otoniel Aguirre. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.6.3 Número de frutos dañados por *Helicoverpa zea* productor Otoniel Aguirre, época de invierno, 2004.

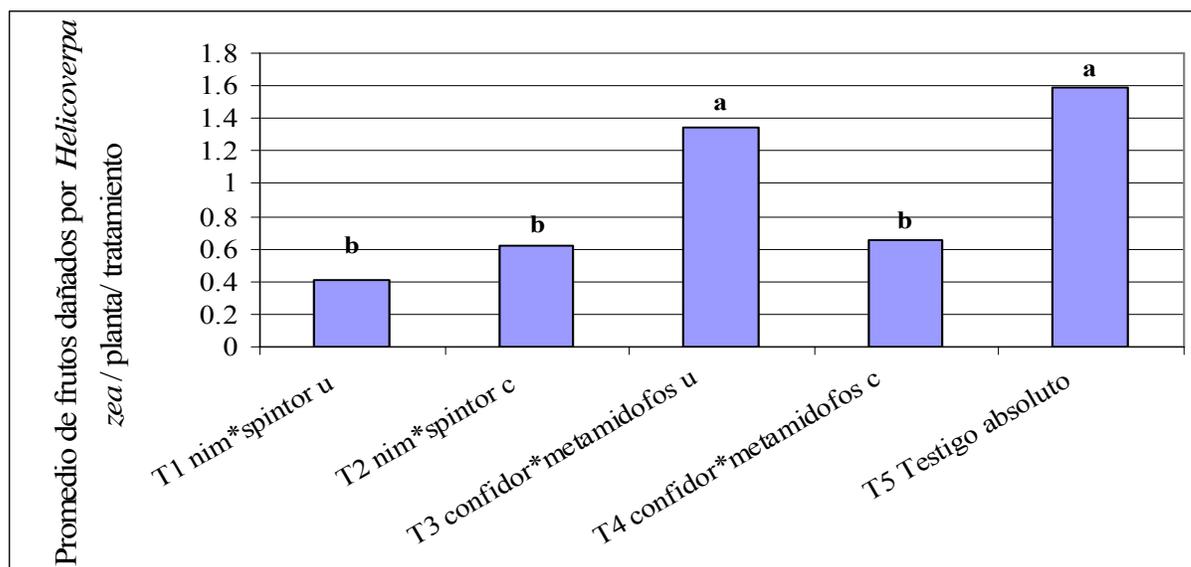
En este ensayo el número de frutos dañados fue relativamente más alto respecto al ciclo anterior en el ensayo de verano, durante la estación seca, aunque esta alta incidencia está estrechamente relacionada con el alto número de larvas de *Helicoverpa zea* reportados según los recuentos semanales realizados en este período de estudio (época de invierno). Siendo la mayor incidencia de frutos perforados por gusanos, al igual que en la época anterior en el testigo con un total de 16 frutos dañados en 40 plantas evaluadas en los cuatro bloques del ensayo a los 66 ddt, seguido por el tratamiento confidor*metamidofos umbral con 15 frutos dañados por larvas de *Helicoverpa zea* en la segunda semana de monitoreo a los 58 ddt.

En el testigo absoluto el número de frutos dañados por tratamiento, se reflejó desde el primer recuento, manteniendo valores similares durante toda la fase reproductiva del cultivo. Los tratamientos que reportaron los valores relativamente más bajos de frutos dañados fue el nim*spintor umbral económico oscilando entre 1 y 6 frutos dañados en 40 plantas muestreadas, seguido por el confidor*metamidofos umbral económico con valores que oscilaron entre 3 y 8 frutos dañados en 40 plantas evaluadas (cuadro 8).

Se realizó un análisis de varianza para el número promedio de frutos dañados por larvas de *Helicoverpa zea*, encontrando diferencias significativas con $p = 0.002$ entre los tratamientos testigo absoluto con 1.59 y el confidor*metamidofos umbral económico con 1.34 frutos dañados por tratamiento al compararlos con los nim*spintor umbral económico, nim*spintor calendarizado y confidor*metamidofos calendarizado con 0.41, 0.63 y 0.66 frutos dañados por planta respectivamente, pero no se encontraron diferencias entre los nim*spintor umbral económico, nim*spintor calendarizado y confidor*metamidofos calendarizado al compararlos entre sí. Al comparar el testigo con el confidor*metamidofos umbral económico, no existió diferencias entre ellos (figura 32).

Cuadro 8. Promedio de frutos dañados por *Helicoverpa zea* por tratamiento en función de los ddt, en época de invierno. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.

Tratamientos	Días después del transplante.				
	50	58	66	72	80
T1 nim*spintor umbral económico	4	2	1	6	2
T2 nim*spintor calendarizado	4	2	10	4	4
T3 confidor*metamidofos umbral económico	4	15	13	10	4
T4 confidor*metamidofos calendarizado	8	4	5	4	3
T5 Testigo absoluto	15	12	16	8	12
TOTALES	35	35	45	32	25



Medias con letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

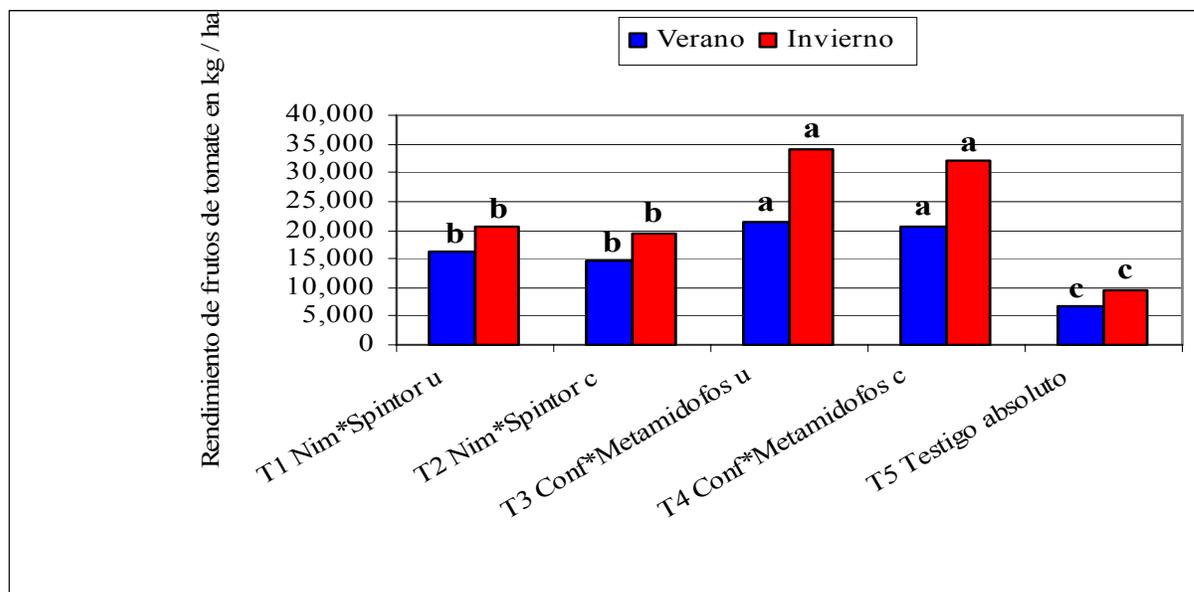
Figura 32. Promedio de frutos dañados por *Helicoverpa zea*/ planta/ tratamiento en el cultivo de tomate. Productor Otoniel Aguirre, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

6.7 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO EN EL CICLO DE VERANO.

Durante el ciclo de verano, el rendimiento de tomate en Kg / hectárea presentó diferencias altamente significativas con $p = 0.0001$, por el efecto de los tratamientos, entre el testigo absoluto que presentó los rendimientos más bajos y el resto de tratamientos evaluados y entre los tratamientos con nim*spintor y confidor*metamidofos (Figura 33 y cuadro 9). Los tratamientos que obtuvieron los rendimientos más altos fueron confidor*metamidofos umbral económico, con 21,549 kg/ha, confidor*metamidofos calendarizado con 20,430 kg/ha, nim*spintor umbral económico, con 16,287 kg/ha, seguido de nim*spintor con 14,617 kg/ha; el rendimiento más bajo correspondió al testigo absoluto con 6,765 kg/ha.

6.8 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL CICLO DE INVIERNO.

Durante el ciclo de invierno, el rendimiento de tomate se incrementó con respecto al verano y las diferencias fueron significativas entre los tratamientos manteniéndose el mismo patrón, con un testigo con bajo rendimiento y los tratamientos con Confidor fueron los más altos (Figura 33 y Cuadro 9). Los tratamientos que obtuvieron los rendimientos más altos fueron confidor*metamidofos umbral económico, con 34,244 kg/ha, confidor*metamidofos calendarizado con 32,223 kg/ha, nim*spintor umbral económico, con 20,530 kg /ha, seguido de nim*spintor con 19,394 kg /ha; el rendimiento más bajo correspondió al testigo absoluto con 9,338 kg /ha.



Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas con $P < 0.05$.

Figura 33. Rendimiento promedio de frutos de tomate en kg/ ha por tratamiento durante la época de verano e invierno. Sébaco, Nicaragua 2004.

El daño de mosca blanca más importante es el indirecto, a través de la transmisión de enfermedades virales, provocadas principalmente por geminivirus. Dichas enfermedades pueden reducir los rendimientos de tomate hasta en 100%, si la infección se produce en los primeros 40-50 días (Lastra 1993).

Cuadro 9. Rendimiento promedio de frutos de tomate en Kg/ ha para los diferentes tratamientos evaluados. Durante dos épocas de cosecha. Sébaco, Matagalpa, Nicaragua 2004.

Tratamientos	Verano	Invierno
Nim *Spintor umbral económico	16,286.9	20,529.8
Nim *Spintor calendarizado	14,616.5	19,393.8
Confidor *metamidofos umbral económico	21,548.9	34,244.4
Confidor *metamidofos calendarizado	20,429.7	32,222.9
Testigo absoluto	6,765.4	9,337.9

Se podría haber esperado rendimientos mayores en el testigo, ya que la variedad utilizada en el ensayo presenta tolerancia a virosis y es una variedad de alto rendimiento, adaptada a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, un factor que posiblemente incidió sobre el rendimiento de este tratamiento, fue la incidencia de insectos plagas tales como: mosca blanca *Bemisia tabaci* y minador de la hoja de tomate *Liriomyza* spp.

Al comparar entre si los tratamientos con aplicaciones de productos botánicos (Aceite de nim 0,15 EC) y sintéticos (Confidor), en invierno, los mayores rendimientos se presentaron en las parcelas donde se aplicó, insecticida sintético. Esto parece indicar que estos tuvieron un efecto positivo disminuyendo las poblaciones de *Bemisia tabaci* presentes en el cultivo de tomate, lo que posiblemente permitió una mayor expresión del rendimiento. Otro factor a considerar en relación al incremento de la producción, pudo deberse a la menor tasa de virosis. La alternativa de control de *Bemisia tabaci* con productos botánicos y sintéticos, podría seguir siendo una alternativa para el agricultor siempre que la disminución en las pérdidas de la producción causadas por la virosis no represente altos costos de producción. Para esto habría que partir de dos consideraciones: Que la virosis es adquirida 14 días antes de expresarse en la planta (Lastra, com. Pers., 1992) y que la virosis disminuiría los rendimientos en un 44% cuando se expresa a los 55 dds y en 24% cuando lo hace 63 dds, ambas con respecto a los 70 dds (Acuña, 1992).

El principal problema en la actualidad en el cultivo de tomate, es la presencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, como vector de geminivirus, los que provocan enormes pérdidas en el cultivo, ya que afectan el rendimiento y la calidad del fruto. Es común observar, que las plantas se encuentren totalmente infectadas al momento de la cosecha (Hilje y Arboleda 1993). La producción de tomate en

Centro América se destina principalmente al consumo fresco. Pero se ha incrementado su uso en la industria de alimentos lo que ha provocado un aumento en el área sembrada. A pesar de que las explotaciones tomateras son intensivas y tecnificadas, los rendimientos son bajos 12.75 ton/ha en comparación con Estados Unidos y Europa, donde se obtiene un promedio de 25 ton/ha. Una de las principales causas de la baja producción del cultivo de tomate es la incidencia de plagas, que en ocasiones destruye por completo el cultivo o reduce de manera sustancial el rendimiento, haciendo de estas explotaciones una actividad poco rentable (CATIE/MIP 1990).

Otra condición que pudo ser determinante fue la baja incidencia de virosis en las etapas iniciales del cultivo. Después de este ciclo de producción se logró confirmar que la implementación de productos botánicos y sintéticos pueden ser alternativas viables aplicadas por el agricultor para el control de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*.

El rendimiento de los tratamientos de origen botánico y sintético utilizados para el control de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*, fueron superiores al rendimiento promedio nacional. En Nicaragua en lo que se refiere al rubro de las hortalizas, el tomate ocupa uno de los primeros lugares, tanto en consumo, producción y comercialización. Los rendimientos promedios varían de 12 a 18 ton/ha. En el país, anualmente se cultivan de 2,000 a 2,500 ha (INTA, 2001). El bajo rendimiento expresado en el testigo posiblemente se debió a factores como la alta incidencia de *Bemisia tabaci*. Estos resultados sugieren que gran parte del complejo de *Bemisia tabaci*-geminivirus, se debe orientar además de la utilización de almácigos cubiertos durante los primeros 30 días del cultivo y, por 60 días después del transplante, a establecer un régimen de aplicación de productos bioplaguicidas o plaguicidas para el control de plagas de importancia económica para el cultivo, así como un buen plan de fertilización fraccionada, según la curva de absorción de nutrimentos. Esto debe ser valido en parcelas de agricultores, para valorar su potencial de adopción, así como los costos de estas tecnologías. Al respecto de factores que afectan la producción del cultivo de tomate (Calvo 1995, com. pers.; cit.Hilje), afirman que el rendimiento del cultivo de tomate en el Valle Central de Costa Rica, ha disminuido el promedio de 35 a 21 ton/ha (40%), debido a las altas poblaciones de *Bemisia tabaci*.

6.9- ANÁLISIS ECONÓMICO:

Se realizó un análisis económico para evaluar los diferentes tratamientos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusano del fruto *Helicoverpa zea*. Durante los ciclos de verano e invierno del año 2004. En la realización del ensayo se recolectó información sobre las cantidades utilizadas de los factores variantes entre los diferentes tratamientos; los plaguicidas, la mano de obra utilizada en las aplicaciones y los muestreos. El costo de los plaguicidas corresponde a los precios de compra en los meses de Enero a Agosto del año 2004. El precio de la mano de obra fue el valor de contratación utilizada normalmente en la zona. El valor del muestreo para decidir la aplicación o no de insecticidas, se agrego al costo de la mano de obra.

El ingreso total fue calculado utilizando el promedio de los rendimientos obtenidos en el ensayo, multiplicado por el precio modal del kg de tomate fresco en los meses en que se obtuvo la cosecha.

En el siguiente cuadro se presentan los beneficios netos y los costos variables que resultaron del presupuesto parcial.

Cuadro 10. Presupuesto parcial ciclo de verano.

PRESUPUESTO PARCIAL CICLO VERANO, 2005.					
No Indicador	NSU	NSC	CMU	CMC	Testigo absoluto
RENDIMIENTO EN kg/ha	16,287	14,616	21,549	20,430	6,765
Precio US\$/kg	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
BENEFICIO BRUTO	2,769	2,485	3,663	3,473	1,150
Costos variables					
Insumos					
Nim lt/ha	9.00	6.250			
Precio US\$/lt	11.30	11.30			
Confidor kg/ha			0.83	0.63	
Precio US\$/kg			333.30	333.30	
Spintor lt/ha	0.156	0.26			
Precio US\$/lt	160.00	160.00			
MID lt/ha			2.25	3.80	
Precio US\$/lt			4.67	4.67	
COSTO TOTAL DE INSUMOS	126.7	112.2	288.1	226.1	0.0
Mano de obra					
Jomal por aplicación	18	16	12	15	
Precio(US\$/jomal)	2.66	2.66	2.66	2.66	
Sub total mano de obra por aplic. Plaguicidas	47.88	42.56	31.92	39.90	0.00
COSTO MANO DE OBRA PARA MUESTREO					
N° MUESTREO	8	8	8	8	8
N° D/H por muestreo	1	1	1	1	1
N° total D/H muestreos	8	9	9	9	9
Costo US\$ D/H por muestreo	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
COSTO TOTAL POR MANO DE OBRA / MUESTREOS	10.64	10.64	10.64	10.64	10.64
Costo total de mano de obra	58.52	53.20	42.56	50.54	10.64
Costo total de insumos	126.66	112.23	288.15	226.06	0.00
Total costos variables	185.18	165.43	330.71	276.60	10.64
Beneficio bruto	2,768.77	2,484.80	3,663.30	3,473.04	1,150.11
BENEFICIO NETO US\$	2,583.59	2,319.37	3,332.60	3,196.44	1,139.47
BENEFICIO NETO C\$	42,112.57	37,805.76	54,321.35	52,102.00	18,573.35

NSU = nim*spintor umbral económico

NSC = nim*spintor calendarizado

CMU = confidor*metamidofos umbral económico

CMC = confidor*metamidofos umbral económico

Testigo absoluto

En este cuadro están ordenados los tratamientos de menor a mayor beneficio neto con sus respectivos costos variables para permitir el análisis de tasa de retorno marginal (TRM).

En el cuadro se muestran los resultados del análisis marginal de beneficios netos. Se debe decidir el monto a invertir como capital operativo en función del aumento esperado en el beneficio neto. El incremento de los gastos se justifica desde el punto de vista financiero cuando la tasa de retorno marginal (TRM) es suficientemente alta como para cubrir los costos del dinero gastado, medido este por la tasa de interés apropiada y un factor de riesgo asociado con el uso de la tecnología nueva. En este caso se considera una tasa de 60%, compuesta por el 20% que es el costo de oportunidad del dinero (tasa de interés de préstamos de producción) y un 40% de prima sobre el riesgo de utilizar una nueva técnica de producción.

Cuadro 11. Análisis de retorno marginal.

(TRM) PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS DURANTE EL CICLO DE VERANO, 2005.					
TRM en base al testigo absoluto	Beneficio neto	Beneficio neto Marginal	Costos variables	Costo variable Marginal	TRM
T5 Testigo absoluto	1,139.47		11.97	11.97	
T2 Nim*Spintor calendario	2,319.37	1,179.90	165.31	153.34	769.46
T1 Nim*Spintor umbral	2,583.59	264.22	212.60	47.29	558.76
T4 Confidor*Metamidofos calendario	3,196.44	612.85	264.75	52.15	1,175.21
T3 Confidor*Metamidofos umbral	3,332.60	136.16	368.81	104.06	130.84

RESULTADO DEL ANÁLISIS (TRM) ÉPOCA DE VERANO, 2004.

La tasa de retorno marginal (TRM), durante este ciclo, indica el retorno marginal del dinero proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos. El uso del confidor*metamidofos umbral económico, es justificable pues se obtiene una TRM de 1306.05 %, también se justifican los demás gastos que corresponden a utilizar confidor*metamidofos calendarizado, nim*spintor umbral económico y nim*spintor calendarizado, pues indican una tasa de retorno marginal superior al 60%, porcentaje de la tasa mínima de retorno establecida.

En este caso desde el punto de vista económico, la recomendación sería el uso de confidor*metamidofos umbral económico como criterio de aplicación, aunque es necesario considerar el impacto ambiental que estos productos pueden ejercer en relación a los demás tratamientos evaluados en este estudio.

Cuadro 12. Presupuesto parcial ciclo de invierno.

PRESUPUESTO PARCIAL CICLO INVIERNO, 2005.					
No Indicador	NSU	NSC	CMU	CMC	Testigo absoluto
RENDIMIENTO EN kg/ha	20,529.8	19,393.8	34,244.4	32,222.9	9,337.9
Precio US\$/kg	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
BENEFICIO BRUTO	3,490	3,297	5,822	5,478	1,587
Costos variables					
Insumos					
Nimlt/ha	12.5	8.125			
Precio US\$/lt	11.30	11.30			
Confidor kg/ha			0.94	0.62	
Precio US\$/kg			333.30	333.30	
Spintor lt/ha	0.155	0.21			
Precio US\$/lt	160.00	160.00			
MIDlt/ha			1.56	2.19	
Precio US\$/lt			4.67	4.67	
COSTO TOTAL DE INSUMOS	166.1	125.4	319.6	218.2	0.0
Mano de obra					
Jornal por aplicación	13	10.5	14	13	
Precio (US\$/jornal)	2.66	2.66	2.66	2.66	
Sub total mano de obra por aplic. Plaguicidas	34.58	27.93	37.24	34.58	0.00
COSTO MANO DE OBRA PARA MUESTREO					
Nº MUESTREO	9	9	9	9	9
Nº DH por muestreo	1	1	1	1	1
Nº total DH muestreos	9	9	9	9	9
Costo US\$/DH por muestreo	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
COSTO TOTAL POR MANO DE OBRA/ MUESTREOS	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97
Costo total de mano de obra	46.55	39.90	49.21	46.55	11.97
Costo total de insumos	166.05	125.41	319.60	218.20	0.00
Total costos variables	212.60	165.31	368.81	264.75	11.97
Beneficio bruto	3,490.07	3,296.95	5,821.54	5,477.89	1,587.44
BENEFICIO EN US\$	3,277.47	3,131.63	5,452.73	5,213.14	1,575.47
BENEFICIO EN OCS	53,422.70	51,045.63	88,879.47	84,974.26	25,680.21

NSU = nim*spintor umbral económico

NSC = nim*spintor calendarizado

CMU = confidor*metamidofos umbral económico

CMC = confidor*metamidofos umbral económico

Testigo absoluto

Cuadro 13. Análisis de retorno marginal.

TRM PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS DURANTE EL CICLO DE INVIERNO, 2005					
TRATAMIENTO	BENEFICIO	BMARG	COSVAR	CVARMG	TRM
T5 Testigo absoluto	1,575.47		11.97	11.97	
T2 Nim*Spintor calendarizado	3,131.63	1,556.16	165.31	153.34	1,014.83
T1 Nim*Spintor umbral	3,277.47	145.83	212.60	47.29	308.40
T4 Confidor*Metamidofos calendarizado	5,213.14	1,935.68	264.75	52.15	3,711.89
T3 Confidor*Metamidofos umbral	5,452.73	239.58	368.81	104.06	230.23

RESULTADO DEL ANÁLISIS (TRM) ÉPOCA DE INVIERNO, 2004.

La tasa de retorno marginal (TRM), durante este ciclo para los diferentes tratamientos presentó un comportamiento similar al análisis correspondiente al ciclo de verano, indicando el retorno marginal del dinero proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar del tratamiento que presentaron menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos. La interacción confidor*metamidofos umbral económico, es justificable nuevamente en este ciclo, pues se obtiene una TRM de 3,942.12 %, así mismo se justifican los demás gastos que corresponden a utilizar confidor*metamidofos calendarizado, nim*spintor umbral económico y nim*spintor calendarizado, debido a que indican una tasa de retorno marginal superior al 60%, porcentaje de tasa mínima de retorno establecida para esta investigación.

Al igual que el ciclo anterior considerando la parte económica, la recomendación sería implementación de los tratamientos a base de confidor*metamidofos umbral económico y calendarizado, seguido de los bioplaguicidas nim*spintor umbral económico y calendarizado, como criterios de aplicación, considerando el impacto ambiental que estos productos pueden ejercer unos en relación a otros sobre los agroecosistemas.

6.10 PORCENTAJE DE PLANTAS CON SÍNTOMAS DE VIROSIS

En la época de verano a los 42 ddt, hubo un 80 % de virosis en el testigo que influyó severamente en el rendimiento, seguido del tratamiento con Nim con 55 al 62 % mientras que los tratamientos con confidor tuvieron apenas 22 a 25 %. Esto estuvo correlacionado también con la mayor incidencia de mosca blanca en esos tratamientos (Cuadro 14). En Invierno, la incidencia de virosis a los 45 ddt fue menor, alcanzando 70 % en el testigo, 45 a 48 % en el Nim y entre 25 y 28 % en el confidor, de ahí también que los rendimientos fueran menos afectados que en el verano (Cuadro 15). En la etapa inicial del cultivo se observó que en los tratamientos donde se aplicó aceite de nim para el control de *Bemisia tabaci*, se produjo un efecto fitotóxico al cultivo de tomate, lo que explicaría porque los rendimientos no fueron tan altos como se esperaba. Probablemente debido a eso las poblaciones de *Bemisia tabaci* fueron relativamente más altas que en las parcelas, donde se aplicó confidor umbral económico y calendarizado. Al comparar entre sí los tratamientos con aplicaciones de aceite, el mayor rendimiento se obtuvo realizando aplicaciones en base a umbrales de económicos o de acción, lo que permitió mantener poblaciones relativamente más bajas en comparación a las aplicaciones calendarizadas.

Cuadro 14. Número de plantas presentando síntomas de virosis en la época de verano, 2004.

Número de plantas con síntomas de virosis a los 42 ddt					
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5
1	10	8	5	4	10
2	7	6	3	3	10
3	3	8	0	1	3
4	5	0	1	2	9
Total	25	22	9	10	32
Incidencia	62%	55%	22%	25%	80%

T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Cuadro 15. Número de plantas presentando síntomas de virosis a los 80 ddt época de invierno, 2004.

Número de plantas con síntomas de virosis a los 45 ddt					
Bloque	T1	T2	T3	T4	T5
1	9	7	5	3	9
2	5	5	2	3	7
3	2	4	1	3	5
4	2	3	2	2	7
Total	18	19	10	11	28
Incidencia	45%	48%	25%	28%	70%

T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

La infección de los geminivirus que causan el amarillamiento del tomate altera la mayoría de los procesos virales en la planta de tomate (Lastra 1993). Se presenta como un amarillamiento general y las hojas superiores se tornan coriáceas y pequeñas. Se disminuye el contenido de la clorofila y la tasa de fotosíntesis en 40 ó 50 %, y posteriormente se aumenta la tasa de respiración en 80 ó 100 %. Las partículas virales se multiplican principalmente en las células vasculares jóvenes y dañan el floema. Por esto, la infección puede interferir el transporte normal de los metabolitos y consecuentemente, causar acumulación de carbohidratos en las hojas más viejas.

Los cambios fisiológicos tan drásticos reducen el crecimiento de las plantas y por ende el rendimiento del cultivo (Leal y Lastra 1984). Aunque es difícil cuantificar adecuadamente el impacto causado por *B. tabaci* sobre la producción, algunas cifras aportan una idea parcial de la magnitud del daño. En cuanto a tomate, en Comayagua (Honduras), en 1992, 500 productores perdieron cerca de \$4.600.000 (Caballero y Rueda 1993); en el Valle Central (Costa Rica), el rendimiento promedio ha disminuido de 35 a 21 t/ha (Gustavo Calvo 1995, CATIE, com, pers.); en la República Dominicana hubo pérdidas de 80% en 1993-1994, y en el oriente de Guatemala de 60% en 1992 (Douglas P. Maxwell 1995, University of Wisconsin-Madison, com. pers). A las pérdidas debe sumarse el aumento en los costos de producción, debido sobre todo al uso de insecticidas. La crisis ha hecho que estos se utilicen masivamente, con aplicaciones cada 2-3 días, y en algunos casos diarias, lo cual provoca un incremento en el riesgo de residuos en alimentos y agua, intoxicaciones laborales disminución de enemigos naturales y creación de resistencia, cuyo valor es prácticamente de medir (Hilje 1996).

Cuadro 16. Resultados de pruebas de PCR y ELISA para detectar enfermedades de origen viral en tejidos del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.

N° muestra	Tratamiento	Geminivirus	Fitoplasma	CMV	TMV	Potivirus	
2	Nim*spintor umbral E.	+	-	-	-	-	
3		-	-	-	+	-	
15		-	-	-	+	-	
16		-	-		+	-	
21		+	-		-	-	
22		+	-		-	-	
37					-	-	
38					-	-	
1	Nim*spintor calendarizado	-	-		-	-	
4		-	-	-	-	-	
11		-	-		-	-	
12		-	-	-	-	-	
29		+	-		+	-	
30		+	-		+	-	
39					-	+	-
40					-	+	-
7	Confidor*Metamidofos umbral E.	+	-		-	-	
8		+	-		-	-	
13		-	-		+	-	
14		-	-		-	-	
27		+	-		-	-	
28		+	-		-	-	
33					-	+	-
34					-	-	-
35					-	-	-
36					-	-	-
5	Confidor*Metamidofos Calendrizado	+	-		+	-	
6		-	-		+	-	
17		-	-		-	-	
18		-	-		+	-	
23		+	-		+	-	
24		-	-		-	-	
31					-	-	
32					+	-	
9	Testigo absoluto	-	-		-	-	
10		-	-		-	-	
19		+	-		-	-	
20		+	-		-	-	
25		+	-		+	-	
26		+	-		+	-	
		Total	15(50%)	0%	0%	16(40%)	0%

Fuente: PROMIPAC/ ZAMORANO, 2004.

6.11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE PARASITOIDES DE *Bemisia tabaci*

6.12 PARASITOIDES DE MOSCA BLANCA *Bemisia tabaci*

En el estudio realizado en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) uno de los objetivos planteado fue evaluar la presencia de parasitoides en tercer y cuarto instar en la estado de ninfa de *Bemisia tabaci*, como resultado de la investigación se identificaron únicamente parasitoides de *Bemisia tabaci* *Encarsia* spp. Para la variable número de parasitoides de *Bemisia tabaci*, se realizó un análisis “DESCRIPTIVO” debido al bajo porcentaje de muestras de enemigos naturales reportadas en el estudio; se contabilizó el número de individuos identificados por tratamiento evaluado. Según la identificación, por medio de claves taxonómicas, los parasitoides de *Bemisia tabaci* encontrados pertenecen a la familia *Aphelinidae*, orden (*Hymenoptera*), esta clasificación corresponde a los parasitoides encontrados en las dos épocas evaluadas (invierno y verano) en el cultivo de tomate.

El mayor número de parasitoides de *Bemisia tabaci* encontrados por tratamientos se presentó en el testigo absoluto, seguido de los tratamientos nim*spintor umbral económico y confidor*metamidofos calendarizado con un total de 10, 3 y 2 parasitoides respectivamente durante toda la época de verano. En los tratamientos nim*spintor calendarizado y confidor*metamidofos umbral económico, no se reportaron parasitoides de mosca blanca durante la época de verano.

En la época de invierno el comportamiento de los parasitoides de *Bemisia tabaci* se manifestó similar al de la época de verano, ya que el valor más alto de enemigos naturales se observó en el testigo absoluto con 10 parasitoides, los tratamientos: nim*spintor calendarizado, nim*spintor umbral económico, confidor*metamidofos calendarizado y confidor*metamidofos umbral económico, con 5, 2, 1 y 0 respectivamente.

Muchos de estos insectos presentes en los agroecosistemas son considerados enemigos naturales de *Bemisia tabaci*. Algunas especies han sido utilizados en programas de control biológico en América Central especies no identificadas de *Amitus* parásitan a *Bemisia tabaci*, pero su efectividad, reduciendo las poblaciones de mosca blanca, aún es desconocida (Hanson y Gauld 1995). En Nicaragua, según Gómez (1993), se encontraron parasitoides de mosca blanca no identificados en los cultivos de algodón y frijol. Para Costa Rica, Hilje *et al.*, (1993) menciona que aún no se han realizado recolectas exhaustivas ni estudios formales sobre estos enemigos naturales de este insecto vector de geminivirus.

(Osborne *et al.*, 1992) señala que se han encontrado cinco especies de parasitoides parasitando a *Bemisia tabaci* en cantidades significativas en Florida (EEUU), identificadas como: *Encarsia*

pergandiella (Howard), *Encarsia transvena* (Timberlake), *Encarsia nigricephala* Dozier, *Eretmocerus californicus* Howard y *Encarsia hispida* DeSantis.

La baja incidencia de este enemigo natural en el agroecosistema, posiblemente se debió a la susceptibilidad del insecto a las aplicaciones de productos utilizados para el manejo de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*; por su tamaño reducido, contacto directo del agua a través de aplicaciones de productos para el control de enfermedades o el mismo efecto de la lluvia, podrían ser factores determinantes en las poblaciones de este parasitoide. La especie identificada fue *Encarsia* spp, esto puede indicar que esta especie se adapta mejor a las condiciones del cultivo o que es más eficiente en la competencia por las ninfas de mosca blanca que otras especies reportadas en investigaciones anteriores (Jiménez, 1999). Además el parasitoide *Amitus* spp presenta longevidad más corta como adulto (Gerling 1990), factor que podría dificultar su monitoreo en el campo.

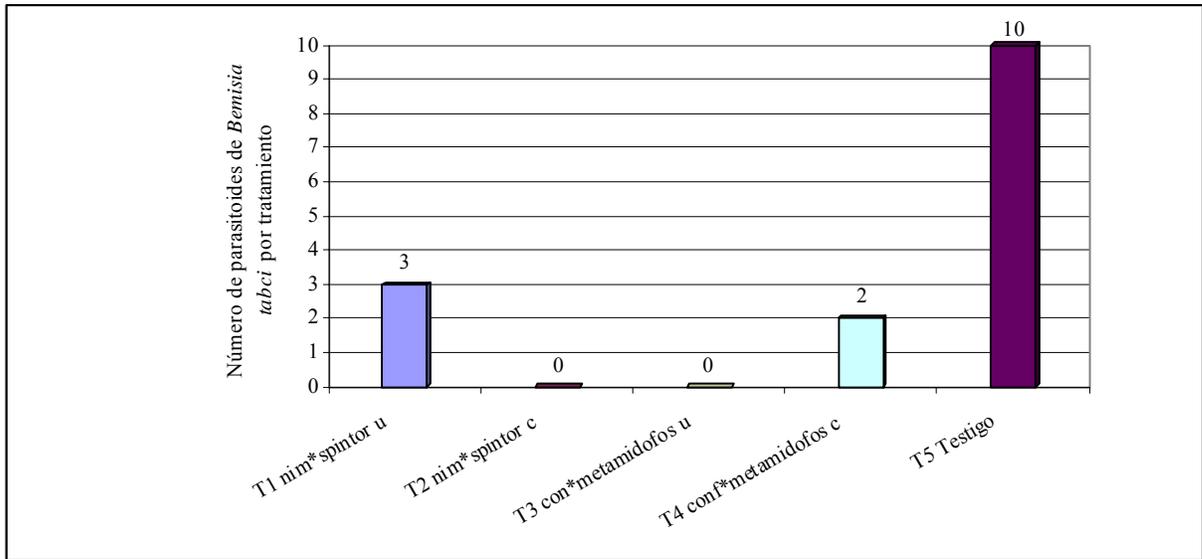
6.13 PORCENTAJE DE PARASITISMO

Los porcentajes de parasitismo alcanzaron valores desde cero hasta 6%, siendo muy variable. El porcentaje de parasitismo esta directamente relacionado con la población de *Bemisia tabaci*, al incrementarse la población de este insecto, se espera un aumento del porcentaje de parasitismo. Sin olvidar otros factores que lo afectan, como por ejemplo el clima.

Las posibles causas de las fluctuaciones del parasitismo pueden ser debido a los siguientes factores:

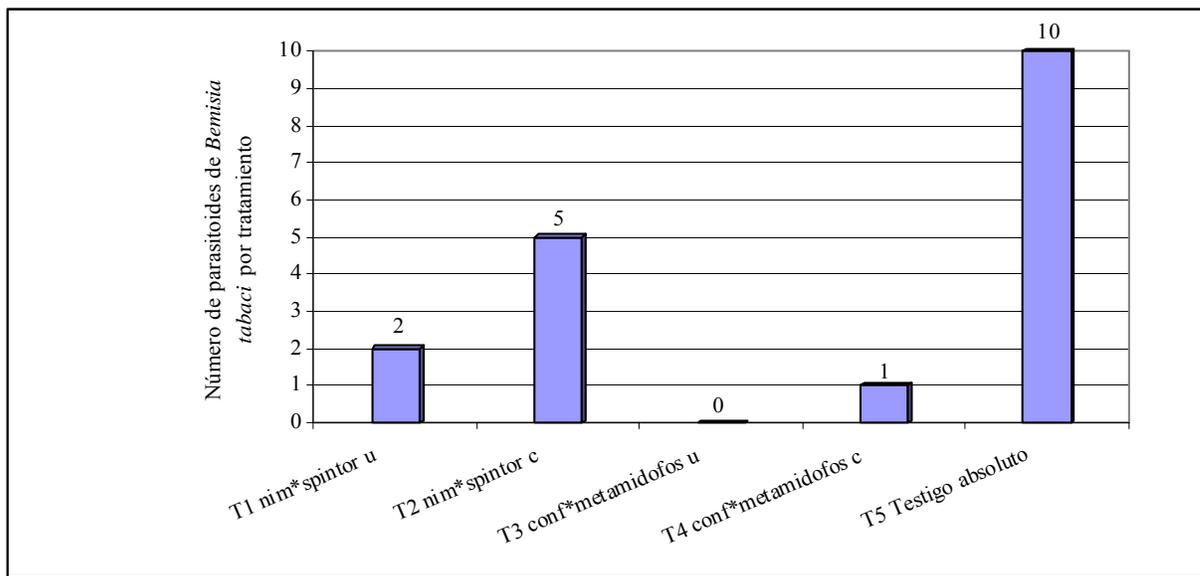
- I. La edad del cultivo, ya que conforme aumenta, *Bemisia tabaci* y sus parasitoides tienden a pasarse a otras plantas más jóvenes.
- II. El manejo agronómico, el cual afecta directamente a la mosca blanca y sus parasitoides.
- III. Hierbas adventicias las cuales brindan refugio, afectando las poblaciones y la permanencia de estos en el campo.
- IV. La densidad de la siembra del cultivo de tomate que brinda mayor protección.
- V. Las condiciones climáticas que afectan a los dos por igual, favoreciendo o desfavoreciendo la proliferación de ambos.
- VI. La población de *Bemisia tabaci*, que afecta la población de parasitoides.

El porcentaje de parasitismo general de *Encarsia* spp sobre estados inmaduros en tercer y cuarto instar de *Bemisia tabaci* fue de 9%.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 34. Número promedio de parasitoides *Encarsia* spp recolectados en el cultivo de tomate, época de verano. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



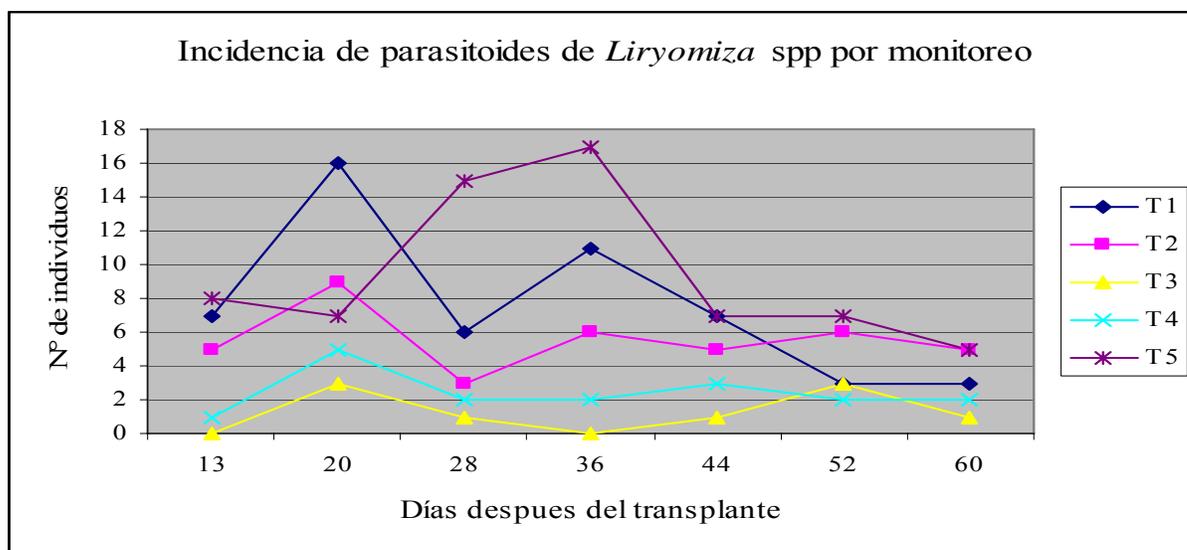
T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 35. Número promedio de parasitoides *Encarsia* spp recolectadas en el cultivo de tomate, época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

La baja incidencia de este enemigo natural en el agroecosistema, posiblemente se debió a la susceptibilidad del insecto a las aplicaciones de productos utilizados para el manejo de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea*, por su tamaño reducido, el contacto con el agua a través de aplicaciones de productos para el control de enfermedades o el mismo efecto de la lluvia, podrían ser factores determinantes en las poblaciones de estos.

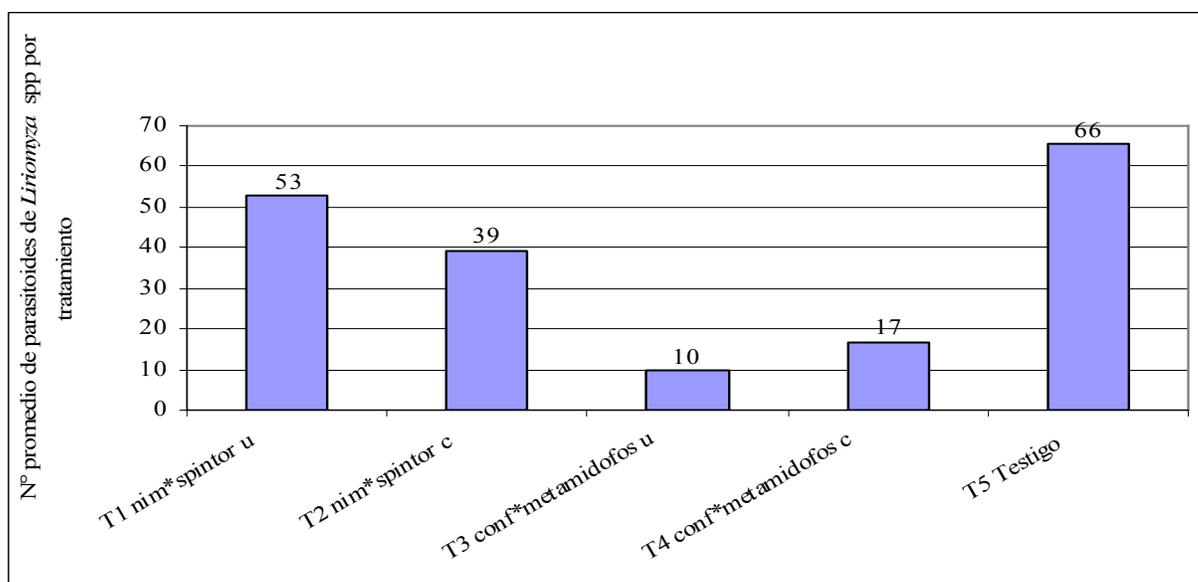
6.14 PARASITOIDES DE MINADOR DE LA HOJA DE TOMATE (*Liriomyza* spp).

En este estudio en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), se identificaron cuatro familias: *Braconidae*, *Encyrtidae*, *Figitidae* y *Eulophidae*, durante las dos estaciones del año evaluadas, verano e invierno se monitorearon y clasificaron especies de avispas consideradas enemigos naturales de la mosca minadora de la hoja de tomate *Liriomyza* spp. En esta investigación como resultado se reportaron 184 parasitoides de los cuales 90 corresponden a la familia *Eulophidae*, 25 a *Figitidae*, 37 a *Braconidae*, 18 a *Encyrtidae*, reportándose 10 parasitoides como no identificados los cuales fueron clasificados por el P.hD. investigador Paul Hanson de la Universidad de Costa Rica (UCR).



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 36. Número promedio de parasitoides de *Liriomyza* spp muestreados en el cultivo de tomate, en la época de invierno. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.



T1 Nim*spintor umbral económico, T2 Nim*spintor calendarizado, T3 Confidor*metamidofos umbral económico, T4 Confidor*metamidofos calendarizado, T5 Testigo absoluto.

Figura 37. Número promedio de parasitoides de *Liriomyza* spp recolectados por tratamiento en los meses de junio a Agosto. Sébaco; Matagalpa, Nicaragua 2004.

Cuadro 17. Número de parasitoides de *Liriomyza* spp por tratamiento en el cultivo de tomate en función de los ddt.

Número de parasitoides de <i>Liriomyza</i> spp por monitoreo							
TRATAMIENTOS	Días después del transplante ddt.						
	13	20	28	36	44	52	60
T1 nim*spintor umbral económico	7	16	6	11	7	3	3
T2 nim*spintor calendarizado.	5	9	3	6	5	6	5
T3 confidor*metamidofos umbral económico	0	3	1	0	1	3	1
T4 confidor*metamidofos calendarizado	1	5	2	2	3	2	2
T5 Testigo absoluto	8	7	15	17	7	7	5
TOTAL	21	40	27	36	23	21	16

6.15 TASA DE PARASITISMO POR TRATAMIENTO

La tasa de parasitismo general encontrada en este estudio en el cultivo de tomate fue de 34% bajo tratamientos de productos sintéticos (confidor*metamidofos) y bioplaguicidas (nim*spintor), utilizados para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusano del fruto *Helicoverpa zea* considerando umbrales económicos y aplicaciones calendarizadas.

La mayor tasa de parasitismo por tratamiento se presentó en el testigo absoluto, donde no se aplicó ningún tipo de producto para el control de plagas insectiles con un 12%, seguido de los tratamientos; Nim*Spintor umbral, Nim*Spintor calendarizado, Confidor*metamidofos Calendarizado y Confidor*metamidofos umbral con 10, 7, 3 y 2% respectivamente.

La baja tasa de parasitismo en los tratamientos sintéticos en relación al testigo y los bioplaguicidas, posiblemente se debe a la baja toxicidad que estos representan para los enemigos naturales de algunas plagas, sin embargo se observó que hubo parasitismo en los tratamientos a base de productos sintéticos, la mayor incidencia de enemigos naturales se registro en las primeras semanas del establecimiento del cultivo, coincidiendo con las aplicaciones de Confidor, las cuales se dirigen a la base del tallo de la planta. (Flint y Dreistadt 1998). Argumentan que Imidacloprid es uno de los pocos insecticidas sintéticos que se considera no perjudicial para la fauna benéfica, esta aseveración podría ser la explicación de los resultados obtenidos en este trabajo, donde se encontró parasitismo en un 3% en el tratamiento donde se realizaron aplicaciones de confidor calendarizadas con intervalos de 15 días con un promedio de tres aplicaciones por ciclo, aunque el mayor nivel de parasitismo se obtuvo en el testigo absoluto con un 12%, tratamiento en el cual no se aplico ningún tipo de insecticida para el control de plagas insectiles, lo que podría indicar que tienen cierto efecto negativo sobre poblaciones de parasitoides de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza* spp.

VII CONCLUSIONES

1. Confidor 70WG a razón de 0.5 g / L de agua puede seguirse considerando una buena opción de manejo para mosca blanca, debido a que las aplicaciones fueron efectivas para el control de este insecto, así mismo Nim natural aceite 0.15 EC podría ser una alternativa viable para los productores asociándolo con el uso de variedades tolerantes a virus, uso de semi invernadero para protección contra insectos vectores de geminivirus durante un período de cuatro semanas y el establecimiento del cultivo en fechas, donde según datos de la zona exista menor presión o incidencia de *Bemisia tabaci* en Sébaco, departamento de Matagalpa, Nicaragua.
2. El bioplaguicida Spintor 12 SC presentó diferencias altamente significativas con relación al producto sintético (Metamidofos), de 1.5 cc / L de agua al mantener poblaciones de larvas relativamente más bajas, lo cual indica la posibilidad de utilizarlo en programas de manejo integrado del gusano del fruto *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate en futuras investigaciones.
3. Durante todo el período reproductivo del cultivo de tomate, la incidencia y el daño causado por *Helicoverpa zea* fue relativamente bajo, considerándose por lo tanto que la diferencia de rendimientos entre los tratamientos puede estar influenciada por la interacción de otros factores tales como la presencia de *Bemisia tabaci*, variación de la temperatura y pluviosidad durante la etapa de estudio.
4. Según el análisis económico se determinó que la interacción de productos confidor*metamidofos umbral es la mejor alternativa de control de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea* por presentar la mayor TRM desde el punto de vista económico.
5. La baja incidencia de enemigos naturales en las parcelas experimentales evaluadas con los tratamientos nim*spintor umbral económico, nim*spintor calendarizado, confidor*metamidofos umbral económico y confidor*metamidofos calendarizado, destinados al control de *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea* con respecto al testigo absoluto podría estar influenciada, directa e indirectamente por la frecuencia y dosis de aplicación de estos productos para el manejo de estas plagas.

VIII RECOMENDACIONES

1. Efectuar estudios similares sobre mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusanos del fruto *Helicoverpa zea* en parcelas de mayor tamaño, diferentes dosis a las evaluadas y en diferentes localidades para determinar con mayor precisión el efecto de estos productos para el control de estas plagas que influyen considerablemente sobre el rendimiento del cultivo en diferentes agroecosistemas.
2. Al tomar decisiones con base a umbrales económicos, para el manejo *Bemisia tabaci* y *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate, se deben intensificar los muestreos desde el establecimiento del semillero y del cultivo en el campo definitivo, aunque es una metodología difícil de adoptar e implementar por los agricultores de la zona de Sébaco; Matagalpa, Nicaragua.
3. Para reducir la incidencia de virosis en las primeras etapas fonológicas del cultivo de tomate, deben protegerse las plántulas bajo un sistema de semillero cubierto con tela mosquitero o malla fina durante 25 a 30 días aproximadamente, debido a la alta presión de *Bemisia tabaci* en la zona de Sébaco, Nicaragua.
4. Los agricultores y extencionistas de la zona deberían implementar programas de manejo integrado de plagas que promuevan el uso de bioplaguicidas como: nim aceite 0.15 EC, spintor 12 SC, VPN, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thurigiensis* con el objetivo de conservar las poblaciones de enemigos naturales de plagas, que hoy en día son de orden secundario y que podrían ser plagas potenciales en el futuro.
5. Los proyectos que tienen presencia en esta zona deberían coordinar investigaciones científicas con organismos como el Programa de Manejo Integrado de Plagas para América Central (PROMIPAC), (INTA), con el fin de contribuir en la búsqueda de soluciones a la problemática de plagas existentes en esta zona, ya que tiene gran potencial en la horticultura nicaragüense.
6. Realizar mayores estudios orientados a la búsqueda de información sobre enemigos naturales de *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa zea* y *Liriomyza* spp por ende es necesario realizar estudios que traten a cerca de la identificación, clasificación y manejo de estos como parte de un programa de manejo Integrado de plaga que promuevan su conservación en los agroecosistemas.

IX. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ACUÑA, W. 1993. Efecto de la infección de un Geminivirus sobre el rendimiento del cultivo de tomate en diferentes estados del desarrollo de la planta. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.
- ALVARADO, B y Trumble, J. 1992. Manejo Integrado de las plagas en el cultivo de tomate en Sinaloa. Cambell's de México-SINALOPASTA y DEPARTAMENTO de Entomología Universidad de California- Riverside. 16p.
- ARIAS, R.; HILJE, L. 1993. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 28:20-25.
- ABISGOLD, J.D.; FISHPOOL, D.C. 1990. A method for estimating population sizes of whitefly nymphs (*Bemisia tabaci* Genn.) on cassava. Trop. Pest Manage. 36(3):287-292.
- ALVAREZ, P., ALFONSECA, L.; ABUD A.; VILLAR, A., ROWLAND, R.; MARCANO, E.; BORBÓN, J.; GARRIDO, L. 1993. Las moscas blancas en la Republica Dominicana. In las moscas blancas en América Central y El Caribe. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. p. 34-37.
- ANZOLA , D. ; LASTRA , R. 1985. Whiteflies population and its impact on the incidence of potato yellow virus in Venezuela. Phytopathology. Z. 112: 363-366.
- BEDFORD, D.; BRIDDON, R.; BROWN, J.; ROSELL, R.; MARKHAM, P. 1994. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. Annals of Applied Biology, 125: 311-325.
- BELLOWS, T.; PERRING, T.; ARAKAWA, K.; FARRAR, C. 1988. Patterns in diel flight activity of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cropping systems in Southern California. Environ. Entomol. 17(2):225-228.
- BELLOWS, T.; PERRING, T.; GILL, R.; HEADRICK, D. 1994. Description of a species of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America, 87(2): 195-206.

- BETHKE, J.; PAINE, T.; NUSSLY, G. 1991. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America*, 84(4): 407-411.
- BLACKMER, J.L.; BYRNE, D.N. 1993. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. *Physiological Entomology* 18:336-342.
- BROWN, J.K. 1990. An update on the whitefly-transmitted geminivirus in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO Plant Prot. Bull.* 39(1):5-23.
- BROWN, J. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. In *Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe (1992, Turrialba, Costa Rica)*. Memorias del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Eds. L. Hilje; O. Arboleda. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 205. p. 1-9.
- _____.; COATS, S.A.; BEDFORD, I.D.; MARKHAM P.G.; BIRD, J.; FROHLICH, D.R. 1995. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the Whitefly, *Bemisia tabaci*(Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Biochemical Genetics* 33(7/8):205-213.
- _____.; COSTA, H.; LAEMMLEN, F.1992a. First report on whitefly-associated squash silverleaf disorder of cucurbita in Arizona and of white streaking disorder of Brassica species in Arizona and California. *Plant Disease*, 76:426(Abstract).
- _____.; BIRD, J. 1992. whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. *Plant Dis.* 76(3):220-223.
- BYRNE, D.N.; BELLOWS, T.S. 1991. Whitefly biology. *Annual Review Entomology (EE.UU.)* . 36: 431-57.
- _____.; BLACKMER, J.L. 1996. Examination of short-range migration by *Bemisia tabaci*. In. *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Eds. D. Gerling & R.T. Mayer. Intercept, UK. p. 17-28.
- _____.; HOUCK, M.A. 1990. Morphometric identification of wing polymorphism in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 83: 487-493.

- _____.; VON BRETZEL, P.K.; HOFFMAN, C.J. 1986. Impact of the trap design and placement when monitoring for the bandwinged whitefly and sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 15:300-304.
- _____.; VON BRETZEL, P.K. 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). *Entomology Experimentalist et Applicata* 43:215-219.
- _____.; BELLOWS, T.; PARELLA, M. 1990. Whiteflies in agricultural systems. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. Ed. D. Gerling. U.K.; Intercept. P. 227-261.
- CATIE. 1989. Proyecto Manejo Integrado de Plagas. Informe trimestral. Julio-Septiembre 1989. Turrialba, Costa Rica. 45p.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Serie técnica. Informe técnico No.151. CATIE. 138p.
- CATIE y GTZ.2002. Bioplaguicidas. SPINTOR 12 SC.(en línea). San José. CR. Consultado 18 Oct. 2003. Disponible en <http://www.bioplaguicidas.org/CostaRica/insect/spintor/htm>.
- CABELLERO, C.; RUEDA, A. 1993. Las moscas blancas en Honduras. In *las moscas blancas en América Central y el Caribe*. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba , C.R. CATIE. Pp. 50-53.
- CABALLERO, R.; PETTY, A. (eds). 1995. Memoria IV Taller Latinoamericano sobre moscas blancas y Geminivirus. *Ceiba (Honduras)* 36(1): 1-168.
- CASANOVA, A.1997. Medidas de combate cultural frente a Geminivirus transmitidos por mosca blanca. Informe IIHLD. La Habana, Cuba.
- CASTAÑO-ZAPATA, J. 1994. Principios básicos de Fitopatología. 2 Ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 538 p.

- CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- COOK, M.J.W. (ed) 1986. *Bemisia tabaci*-A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. CAB International Institute of Biological Control, Phytoparasitica 16(3):259-270.
- COHEN, S.; DUFFUS, J.; LIU, H. 1992. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern united states and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellows virus. *Phytopathology*, 82: 86-90.
- _____.; BEN JOSEPH, R. 1986. preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*), using fluorescent dust to mark insects. *Phytoparasitica* 14:152- 153.
- _____.; BERLINGER, M.J. 1986. Transmission and cultural control of whitefly- borne viruses. *Agric. Ecosys. Environ.* 17:89-87.
- _____.; NITZANY, F. E. 1966. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology* 60:1127-1131.
- COSTA, H.; ULLMAN, D.; JOHNSON, M.; TABASHNICK, B.1993. Association between *Bemisia tabaci* density and reduced growth, yellowing, and stem blanching off lettuce and kai choy. *Plant Disease*, 77:969-972.
- COUDRIET, D.L.; PRABHAKER, N.; MEYERDIRK, D.E. 1985. Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 14:516-519.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G. HILJE, L. 1999. Eficacia de coberturas al suelo para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. *Manejo integrado de plagas (Costa Rica)* no.51:10-20.
- DARDON, D. 1993. Las moscas blancas en Guatemala. In las moscas blancas en América Central y el Caribe. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. Pp. 38-41.

- DOYLE, M.M.; JACO, A.; AGUILAR, E.; GUAMAN, J.L. 2001. Annual Report, IPM Biotechnology Group, IPM-CRSP. Zamorano. 39 p.
- DOW AGROSCIENCES. Guía de aprendizaje Spinosad. Control Naturalyte de insectos. Dow AgroSciences. 55p.
- Doyle & Doyle, 1990. Extracción de ADN total (planta y viral), modificación de Doyle & Doyle (1990), FOCUS 12 (1): 13-15. Extracción Miniprep de ADN.
- DUBON, R.E.; SALGUERO, V.E. 1993. Evaluación de diferentes trampas amarillas para mosca blanca en tomate. In V. Salguero, D. Dardón y R. Fisher (eds.). Manejo Integrado de Plagas en tomate. Fase I 1991-1992. proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 52-74.
- DUFFUS, J. E. 1987. whiteflies transmission of plant viruses. Curr. Top. Vector Res. 4: 73-91.
- EKBONM, B.S.; RUMEI, X. 1990. Sampling and spatial patterns of whiteflies. In D. Gerling (ed.). Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Intercept. P 107-121.
- FAO, 1990. Sembrando el futuro. Guía practica para programas de forestaría comunitaria. Editorial ENLACE, Managua, Nicaragua. Editorial. 95p.
- FISHPOOL, L.D.C.; BURBAN, C. 1994. *Bemisia tabaci*: The whitefly vector of African cassava mosaic geminivirus. Trop. Sci. 34(1):55-72.
- FLINT, G 1998. Barreras de maíz envenenadas y hongos entomopatogenos para el control de mosca blanca. Horticultura Mexicana 6(1): 8-14.
- GERLING, D.; HOROWITZ, A.R.; BAUMGAERTNER, J. 1986. Autoecology of *Bemisia tabaci*. Agric. ecosystems Environ. 17:5-19.
- _____.; HOROWITZ, A.R. 1984. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 77(6):753-759.

- GÓMEZ, D. 1993. Las moscas blancas en Nicaragua. Comisión Nacional de Mosca Blanca. *In*: Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Hilje, L y O. Arboleda (ed.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico 205. p. 54-57.
- GÓMEZ, M.; QUIROS, D. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Análisis financiero del bosque. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 231-263p.
- GEUS, LG De. 1967. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Center d'Etude de l'Azote. Conzett and Llubber. Zurich. 164p.
- GUHARAY, F. 1994. Bioecología de mosca blanca *Bemisia tabaci*: resultados de estudios realizados en Nicaragua. In de M. Mata, D.E. Dardón Avila y V.E. Salguero Navas (eds). Biología y manejo del complejo mosca blanca- virosis. Memorias III Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca. Guatemala. p. 73-82.
- GREATHEAD, A.H. 1992. Host plants. In Cock, M.J.W. (ed). *Bemisia tabaci*-A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. CAB international Institute of Biological Control, Ascot, UK. p.17-25.
- HANSON, P.; GAULD, I. 1995. The hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press. United Kingdom. 893 p.
- HARRIS, E. 1998. A low-Cost Approach to PCR. New York, USA. Oxford University Press. 304 p.
- HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del tomate. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) 29: 51-57.
- _____. 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica) 35:46-54.
- _____.; CUBILLO, D.; SEGURA, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica) 30:24-29.
- _____.; ARBOLEDA, O. 1993. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. *In*: memoria del taller Centroamericano y del caribe sobre Moscas Blancas. Hilje, L.

- y O. Arboleda (ed.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- _____.; STANSLY, P. 2001. Manejo de la mosca blanca mediante coberturas vivas. Turrialba, C.R. CATIE. 6 p.
- HILJE, L. 2002. Como manejar los gusanos que atacan el fruto. Colección folletos de Agricultura Ecológica para productores. Turrialba C.R. CATIE. 12 p.
- JOHNSON, M. W.; TOSCANO, N. C.; REYNOLDS, H. T.; SYLVESTER, E. S.; KIDO, K.; NATWICK, E.T. 1982. Whiteflies cause problems for Southern California growers. California Agriculture 36:9-10.
- KING, A. B.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plantas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, ODA. 182 p.
- LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. In. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Eds. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. p. 16-19. (Serie Técnica. Informe Técnico No.205).
- LORENCAO, A. L.; NAGAI, H. 1994. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de Sao. Bragantia (Brasil) 53(1):53-59.
- MAESTREY, A. 1986. Fertilización del tomate cultivado en primavera. Tesis Doctorado La Habana, Cuba, Instituto de ciencias Agrícolas. 129p.
- MARCHENA F, G. 2003. Evaluación de fracciones de extractos y de sustancias puras de origen vegetal como disuasivos o repelentes de adultos de *Bemisia tabaci*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 131p.
- MOCTEZUMA, E. V.; KAHL, G. 2000. Huellas de ADN en genomas de plantas. Teoría y protocolos de laboratorio. México, D.F., México. Mundi prensa. 147 p.
- MORRIS, R.F. 1960. Sampling insect populations. Annu. Rev. Entomol. 5:243-264.

- MOURY, B.1997. Evaluación de source de resistance au TSWV chez le piment. Creacion d'outils d'aide a la selection. Tesis Ecole Nationale Superieure Agronomique de Rennes, France.
- MORALES, F. J. 1994. El mosaico dorado del fríjol. Avances de investigación. CIAT. Cali, CO. 193 p.
- MOUND, L. A. 1983. Biology and identity of whitefly vectors of plant pathogens. ___ In Plant virus Epidemiology. Ed. By R. T. Plum ; J.M Thresh. Blackwell Scientific Publications, Oxford. P. 305-313.
- MUSUNA, A.C. 1986. A method for monitoring whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn), in cotton in Zimbabwe. Agric. Ecosystems Environ. 17:29-35.
- NARANJO, S.E.; FLINT, H.M. 1995. Spatial distribution of adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development and validation of fixed precision sampling plants for estimating population density. J econ. Entomol. 88(6):1666-1678.
- _____.; FLINT, H.M.; HENNEBERRY, T.J . 1995. Comparative analysis of selected sampling methods for adults of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. J. Econ. Entomol. 88(69):1666-1678.
- NICARAGUA. COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA. 1993. Las moscas blancas en Nicaragua. In las moscas blancas en América Central y el caribe. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. Pp. 54-57.
- SEXTO CONGRESO NACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (2002, Managua, Nicaragua). 2002. Evaluación de agentes biológicos y químicos para el control del gusano del fruto del tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) bajo condiciones del Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 146p.
- OHNESSORGE, B.; RAPP, G.1986. Monitoring *Bemisia tabaci*: A review. Agr. Ecosyst. Environ. 17(1-2):21-27.
- OSBORNE, L. S. & LANDA, Z. 1992. Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. Florida Entomologist 75(4):456-471.

- PALUMBO, J.C.; TONHASCA, A.; BYRNE, D. N. 1995. Evaluation of three sampling methods for estimating adult sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) abundances on cantaloupes. J. Econ. Entomol. 88(5):1393-1400.
- POLSTON, J. E.; ANDERSON, P. K. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. Plant Disease 81(12): 1358-1369.
- POLSTON, J.E., CHELEEMI, D.O.; SCHUTER, D.J.; Mc GOVERN, R.J.; STANSLY, P.A. 1996. Spatial and temporal dynamics of tomato mottle geminivirus and *Bemisia tabaci* (Genn.) in Florida tomato fields. Plant Dis. 80:1022-1028.
- PROMIPAC / ZAMORANO, 2004. Diagnostico de patógenos de origen viral en el cultivo de tomate. Centro de Diagnóstico de patógenos en plantas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Centro universitario de estudios superiores en Ciencia y Producción Agropecuaria.
- QUINTO CONGRESO NACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (1997, León, Nicaragua).1997. Uso de productos naturales una alternativa de manejo de plagas para las familias rurales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua. 181p.
- ROSSET, P. 1989. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. Ann Arbor, Michigan. Instituto para el desarrollo de alternativas agrícolas. 128p.
- SAIKIA, A. K.; MUNIYAPPA, V. 1989. Epidemiology and control of tomato leaf curl virus in southern India. Tropical agriculture. 66 (4) : 350-354.
- SIERRA, C. 1996. Muestreo de moscas blancas. In Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. L. Hilje (ed.). Serie Materiales de Enseñanza N° 37. CATIE. Turrialba. Costa Rica. p. 22-29.
- SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo de mosca blanca-virosis. In Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América central y el caribe. L. Hilje y O. Arboleda (eds). CATIE, Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No.205. p. 20-26.

- SERRANO, L.; SERMEÑO, M. J.; LARIOS, J. 1992. Las moscas blanca en El Salvador. In Las moscas blancas en América central y el caribe. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. p. 42-49.
- SHUTE, F.; BRUNO, G.O. 1976. Migración de los insectos en el cultivo del algodón. SIADES (Salv). 5(1):2-11.
- STANSLY, P. A. 1993. Step towards integrated pest management of *Bemisia tabaci*. In Memorias XX Congreso de la sociedad colombiana de Entomología (Socolem). Cali, Colombia. Socolem. P. 251-256.
- SPONAGEL, W.K; FUNEZ, R.M. 1994. Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca blanca-geminivirus en la producción de tomate. Manual de recomendaciones Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Honduras. 43p.
- SAUNDERS *et al*, 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Serie técnica. Manual técnico /CATIE; no 29. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2da edición. Turrialba, Costa Rica.
- LENTEREN, J. C. VAN; NOLDUS, L.P. 1990. Whitefly- plant relations: behavioural and ecological aspects. In Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Ed. by D. Gerling. Intercept, G.B. Pp. 47-89.
- WAGNER, T.L. 1995. Temperature-dependent development mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B(Homoptera: Aleyrodidae) on cotton. Environ. Entomol. 24(5):1179-1188.
- ZACHRISSON, B.; POVEDA, J. 1993. Las moscas blancas en Panamá. In Las moscas blancas en América Central y el Caribe. Ed. Por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, C.R. CATIE. Pp. 64-66.

X ANEXO

ANEXO 1. Síntomas de virosis en plantas de tomate de ensayos experimentales, Sébaco, Nicaragua, 2004.

N° de muestra	Trat	Tratamiento o aceción	Observaciones por tratamiento en área foliar
1	T2	Nim*Spintor calendarizado	Venas moradas, 4 fotos
2	T1	Nim*Spintor umbral E	Mosaico, hojas pequeñas, severidad 2. 2 fotos
3	T1	Nim*Spintor umbral E	Mosaico y corrugado en hojas jóvenes, puntas moradas, severidad 3. 2 fotos
4	T2	Nim*Spintor calendarizado	Corrugado y moteado leve, venas moradas, tamaño de la planta medio, severidad 2.
5	T4	confidor*metamidofos calendarizado	corrugado, amarillamiento y moteado de las hojas jóvenes leve, severidad 2. fotos 76-77
6	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Elongación de pecíolo, posible ataque de áfidos, corrugado y moteado, hojas grandes, severidad 3. 78-79.
7	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Hojas pequeñas, corrugado y amarillamiento, frutos pequeños, altura media, severidad 2. fotos 80-81
8	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Corrugado y amarillamiento leve de las hojas, jóvenes, severidad 1, fotos 84-85
9	T5	Testigo absoluto	Manchas color blanco, sin clorosis, severidad 2.
10	T5	Testigo absoluto	Venas moradas, corrugado y moteado leve, severidad 1.
11	T2	Nim*Spintor calendarizado	Manchas de color blanco, corrugado y moteado leve, severidad 1.
12	T2	Nim*Spintor calendarizado	Punta morada, corrugado y moteado leve, severidad 3
13	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Corrugado y clorosis, en hojas jóvenes, severidad 4, hojas pequeñas, fotos 96-97
14	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Corrugado y moteado generalizado, enanismo, porte de planta pequeño, severidad 4.
15	T1	Nim*Spintor umbral E	Hojas muy pequeñas, moteado generalizado, tamaño de la planta medio, puntas moradas, 2 fotos
16	T1	Nim*Spintor umbral E	Color de hojas morado o lila, pedúnculo y pecíolos elongados, corrugado y mosaico leve, puntos blanco en las hojas, hojas pequeñas, severidad 3. fotos 102-103
17	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Hojas pequeñas, elongadas y corrugadas, venas moradas, severidad 2. fotos 1104, 1105, 1107,1108
18	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Corrugado leve, ápices y venas moradas en el envés de las hojas, severidad 2.
19	T5	Testigo absoluto	Hojas pequeñas con puntos color blancos, venas moradas, corrugado y moteado severo 4.
20	T5	Testigo absoluto	Severidad 4, enanismo severidad 4. fotos 1113, 1114
21	T1	Nim*Spintor umbral E	Venas moradas, cloróticas, moteado leve, severidad 2. 2 fotos
22	T1	Nim*Spintor umbral E	Corrugado de las hojas mas jóvenes, con puntos blancos, venas moradas, planta con enanismo, severidad 4, fotos 17, 18, 19
23	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Moteado y clorosis leve, deformación de hojas jóvenes, severidad 3. fotos 20, 21

24	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Aparentemente sana, fotos 23, 24
25	T5	Testigo absoluto	Moteado leve, severidad 1, fotos 24, 25
26	T5	Testigo absoluto	Hojas pequeñas, corrugado y moteado leve, severidad 2. fotos 26,27
27	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Clorosis, corrugado y moteado leve, tamaño de la planta medio, severidad 3. fotos 28 y 29
28	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Hojas finas con moteado severo, severidad 4. fotos 29, 30
29	T2	Nim*Spintor calendarizado	Corrugado y moteado leve, hojas pequeñas, severidad 3. fotos 30, 31
30	T2	Nim*Spintor calendarizado	Corrugado y moteado severo, hojas pequeñas, planta con enanismo, severidad 4. fotos 32, 33
31	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Punta de las hojas moradas, corrugado y mosaico severo, severidad 3. fotos 34, 35
32	T4	confidor*metamidofos calendarizado	Hojas pequeñas, severidad 3, fotos 35, 36
33	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Corrugado severo, nervaduras de las hojas moradas, hojas pequeñas y deformes, severidad 3. fotos 37, 38
34	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Hojas pequeñas, corrugadas y moteadas severas, planta con enanismo, severidad 4. fotos 39, 40
35	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Aparentemente sana, severidad 0. fotos 41, 42
36	T3	Confidor*Metamidofos umbral E	Moteado leve, hojas pequeñas deforme, severidad 3. fotos 42, 43
37	T1	Nim*Spintor umbral E	Corrugado y moteado severo, hojas con puntas moradas , severidad 3. fotos 46,47
38	T1	Nim*Spintor umbral E	Corrugado y moteado leve en hojas jóvenes y tiernas, severidad 3. fotos 44, 45
39	T2	Nim*Spintor calendarizado	Moteado en las hojas jóvenes, severidad 2. 2 fotos
40	T2	Nim*Spintor calendarizado	Hojas deformadas, puntas de las hojas moradas, moteado leve, severidad 3. 4 fotos

Anexo 2. Extracción de ADN total (planta y viral), modificación de Doyle & Doyle (1990), FOCUS 12 (1): 13-15. Extracción Miniprep de ADN

PROCEDIMIENTO:

1. Anotar la información de la muestra.
2. Pesar 0.1 g de tejido, seleccionar el crecimiento de nuevas hojas cuando sea posible.
3. Macerar el tejido en un mortero adicionando 600 µl de CTAB 65 °C y 0.1 g de arena.
4. Mezclar bien y transferir con una micropipeta a un tubo microcentrífuga.
5. Adicionar un volumen (600 µl) de cloroformo: alcohol isoamílico (24:1), invertir para mezclar.
6. Centrifugar a 12000 rpm por 10 minutos para separar las fases.
7. Remover y transferir con micropipeta la fase superior acuosa a un nuevo tubo microcentrífuga. Descartar la capa orgánica de cloroformo en un recipiente.
8. Adicionar 2/3 partes de volumen de isopropanol frío, invertir suavemente para mezclar, incubar a temperatura ambiente por toda la noche.
9. Centrifugar a 12000 rpm por 10 minutos. Cuidadosamente decantar el sobrenadante.
10. Adicionar 100 µl de buffer frío de lavado directamente al sedimento, mezclar e incubar por 20 minutos a temperatura ambiente.
11. Centrifugar a 12000 rpm Por 5 minutos.
12. Decantar el sobrenadante y colocar los tubos en una incubadora a 37 °C por 30-60 minutos, o dejar secar en una cámara de flujo laminar por 30 minutos.
13. Resuspender el sedimento en 50 µl de agua destilada estéril. Almacenar a 4 °C.