

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO**

**EVALUACION DE FRACCIONES DE EXTRACTOS Y DE SUSTANCIAS
PURAS DE ORIGEN VEGETAL COMO DISUASIVOS O REPELENTES
DE ADULTOS DE *Bemisia tabaci***

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae

POR

Guillermo Flores Marchena

**Turrialba, Costa Rica
2003**

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

MAGISTER SCIENTIAE

Firmantes:

Luko Hilje, Ph. D.
Consejero Principal

Gerardo Mora, Ph. D.
Miembro del Comité Asesor

Lilliana González, M. Sc.
Miembro del Comité Asesor

Manuel Carballo M. Sc.
Miembro del Comité Asesor

Glenn Galloway, Ph. D.
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados

Guillermo Flores Marchena
Candidato

DEDICATORIA

*A mi familia, en especial a mi madre Angela,
por darme la vida, su amor y por inculcarme
que con esfuerzo, dedicación y con fe en
Dios, todos nuestros sueños se pueden lograr.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luko Hilje, Consejero Principal, por su asesoría, colaboración, por sus excelentes cualidades como profesor y por su dedicación al transmitirme sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Gerardo Mora, miembro del Comité Asesor, por su colaboración en la obtención de las fracciones de los extractos vegetales, y por sus observaciones e importantes aportes en la investigación.

A la M. Sc. Lilliana González, miembro del Comité Asesor, por brindar la colaboración de la empresa ChemTica Internacional para la obtención de las sustancias puras y los dispositivos de liberación controlada, y por sus valiosos aportes en la investigación.

Al M. Sc. Manuel Carballo, miembro del Comité Asesor, por sus consejos y aportes a la investigación.

Al Lic. Gustavo López, de la Unidad de Biometría del CATIE, por su valiosa ayuda en el análisis estadístico de esta investigación, así como por su disponibilidad de resolver las inquietudes.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios, y en especial al Dr. Sergio Abarca por su gran apoyo.

A la Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Reventazón UMCRE-ICE, por el aporte de recursos para la elaboración de esta investigación, y en especial al M. Sc. Alfonso Pérez Gómez.

Al Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), por su apoyo económico complementario, a través del proyecto *Evaluación de sustancias puras de origen vegetal como repelentes de la mosca blanca (Bemisia tabaci)* (FORINVES, FV-001-02).

Al Sr. Arturo Ramírez (Arturito) por su gran apoyo, por su generosa ayuda en el montaje y mantenimiento de la colonia de *B. tabaci*, y por su incomparable disposición en colaborar en todo lo que lo necesitara.

Al Sr. Juan Carlos Brenes del Laboratorio de CIPRONA-UCR, por el apoyo en la extracción y fraccionamiento de los materiales vegetales.

A la Lic. Nayda Monge Ruiz, por su comprensión y cariño, principalmente en los momentos difíciles.

A la Bach. Patricia Leandro del Laboratorio de Suelos-CATIE, por su disponibilidad en resolver las inquietudes en el área química.

A mis compañeros William Salas e Isis Massiel Pinto, por su amistad y colaboración.

A los funcionarios de la Biblioteca Conmemorativa Orton.

Al personal administrativo de la Escuela de Postgrado.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron y brindaron su apoyo para la realización de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III HIPOTESIS	3
IV REVISION DE LITERATURA.....	4
4.1. Producción de hortalizas en invernadero.....	4
4.2. Importancia económica del complejo <i>B. tabaci</i> -geminivirus	6
4.3. Ciclo de vida y reproducción de <i>B. tabaci</i>	7
4.4. Hospedantes.....	8
4.5. Biotipos	8
4.6. Transmisión de geminivirus	9
4.7. Patrones de comportamiento.....	10
4.8. Manejo mediante repelentes y disuasivos	11
4.9. Plantas o sustancias con potencial como repelentes/disuasivos de <i>B. tabaci</i>	13
4.9.1. Hombre grande (<i>Quassia amara</i>).....	13
4.9.2. Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>).....	15

4.9.3.	Tacaco cimarrón (<i>Sechuim pittieri</i>).....	17
4.9.4.	Sustancias volátiles puras.....	18
V	MATERIALES Y METODOS.....	21
5.1.	Localización.....	21
5.2.	Sustancias evaluadas.....	21
5.3.	Tratamientos y diseño experimental.....	23
5.4.	Variables de respuesta.....	28
5.5.	Análisis estadístico	29
VI	RESULTADOS.....	31
6.1.	Extractos vegetales	31
6.1.1.	Experimentos de escogencia restringida.....	31
6.1.2.	Experimentos de escogencia irrestricta.....	56
6.2.	Sustancias puras	65
6.2.1.	Experimentos de escogencia restringida.....	65
6.2.2.	Experimentos de escogencia irrestricta.....	92
VII	DISCUSIÓN	98
VIII	CONCLUSIONES.....	109
IX	RECOMENDACIONES.....	110
X	BIBLIOGRAFÍA.....	111
XI	ANEXOS.....	125

Flores, G. 2003. Evaluación de fracciones de extractos y de sustancias puras de origen vegetal como disuasivos o repelentes de adultos de *Bemisia tabaci*.

Palabras claves: *Bemisia tabaci*, mosca blanca, fagodisuasión, ovidisuasión, fracciones de extractos vegetales, sustancias puras.

RESUMEN

Se estudió el efecto fagodisuasivo y posible ovidisuasivo de cuatro fracciones (acuosa, metanol: agua, metanólica y etérea) de madero negro (*Gliricidia sepium*, Fabaceae), hombre grande (*Quassia amara*, Simarubaceae) y tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae), así como de 19 sustancias puras de origen vegetal, sobre los adultos de *Bemisia tabaci*, en condiciones de invernadero, en Turrialba, Costa Rica. Se hicieron dos tipos de experimentos, uno de escogencia restringida y otro de escogencia irrestricta.

En los experimentos de escogencia restringida, cada fracción se evaluó en cuatro dosis (0,1, 0,5, 1 y 1,5 % v/v), y se compararon con cuatro tratamientos testigo: aceite mineral (1,5 % v/v), endosulfán (Thiodan 35 % CE), el emulsificante Citowett® y un testigo absoluto (agua). Se asperjaron plantas de tomate (var. Hayslip), colocadas dentro de jaulas de manga, donde se liberaron al menos 50 adultos de *B. tabaci* 30 min después. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cuatro repeticiones. Para determinar si existía fago y ovidisuasión, se contó el número de adultos y huevos de *B. tabaci* a las 48 h, y para la mortalidad se contó el número total de adultos vivos por jaula en ese intervalo.

Para el experimento de escogencia irrestricta se utilizaron las fracciones acuosa (1,5 %), metanol: agua (0,5 %), metanólica (0,1 %) y etérea (1,5 %) del madero negro; las fracciones acuosa (1 %), metanol: agua (0,5 %), metanólica (0,1 %) y etérea (0,5 %) del hombre grande; y las fracciones acuosa (0,5 %), metanol: agua (0,5 %), metanólica (0,5 %) y etérea (0,5 %) del tacaco cimarrón. De las sustancias puras, se escogieron el cinamaldehído (0,5 %), perialdehído (0,5 %), 1-hexanal (1 %) y Z-3-hexen-1-al (0,5 %), y se compararon con dos testigos (agua y Sunspray). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En ambos casos se contó el número de adultos posados en las hojas asperjadas, a los 1, 2, 8 y 15 días después de la aplicación de las fracciones o las sustancias, así como el número de ninfas en 1 cm² de una hoja, a los 15 días. En otro experimento, las sustancias puras se aplicaron en dispensadores de liberación controlada, y se contó el número de adultos hasta los 22 días, para evaluar su residualidad.

Varias fracciones de los tres extractos vegetales poseen sustancias que pueden causar fagodisuasión (y posiblemente ovidisuasión), sobresaliendo la fracción metanólica en *G. sepium* y en *Q. amara*, así como la fracción acuosa de *S. pittieri*, las cuales causaron fagodisuasión a dosis bajas (0,1, 0,1 y 0,5 %, respectivamente). Asimismo, algunas de las sustancias puras pueden causar repelencia en adultos de *B. tabaci*, entre las que sobresalió el cinamaldehído. Sin embargo, ninguna de las fracciones de los extractos vegetales ni de las sustancias puras superaron al aceite agrícola en su efecto fagodisuasivo, y su residualidad no fue mayor de 8-15 días, incluso la del aceite.

Flores, G. 2003. Evaluation of fractions of extracts and of pure substances of vegetable origin as deterrence or repellent of adults of *Bemisia tabaci*.

Key words: *Bemisia tabaci*, whitefly, feeding deterrence, oviposition deterrence, fractions of vegetable extracts, pure substances

SUMMARY

The feeding-deterrence and possible oviposition-deterrence effects of four fractions (water, methanol/water (1/1), methanol, and diethyl ether) of each mother of cacao (*Gliricidia sepium*, Fabaceae), bitterwood (*Quassia amara*, Simarubaceae) and wild "tacaco" (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae), as well as 19 pure substances of vegetable origin, were studied on adults of *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae), under greenhouse conditions, in Turrialba, Costa Rica. Two types of experiments were carried out: one of restricted choice and another of unrestricted choice.

For the experiments of restricted choice, each fraction was evaluated in four doses (0,1, 0,5, 1,0, and 1,5 % v/v) and the results were compared with four witness treatments: mineral oil (1,5 % v/v), endosulfan (Thiodan 35 % CE), the emulsifier Citowett®, and water as absolute witness. Tomato plants (Hayslip variety) were placed inside sleeve cages and sprayed with the treatment solutions. At least 50 adults of *Bemisia tabaci* were liberated 30 minutes later. An unrestricted random design with four repetitions for each treatment was used for the experiments. To measure feeding- and oviposition-deterrence effects, the number of adults and eggs of *B. tabaci* were counted at 48 hours. The mortality effect was measured by counting the total number of living adults per cage in that interval.

The experiment of unrestricted choice included the extracts in water, methanol/water, methanol, and diethyl ether of mother of cacao (at 1,5, 0,5, 0,1, and 0,5 %, respectively), bitterwood (at 1,0, 0,5, 0,1, and 0,5 %, respectively), and wild "tacaco" (all of them at 0,5 %). Out of the 19 pure substances, the following were chosen and used at the indicated concentrations: cinnamaldehyde (0,5 %), perialdehyde (0,5 %), 1-hexanal (1,0 %), and Z-3-hexen-1-ol (0,5 %). They were compared with two witnesses, water and Sunspray. A randomized, complete block design with four replicates was used. In both cases the results were recorded by counting the number of nymphs on 1 cm² of a leaf at day 15, as well as the number of living adults on the sprayed leaves at days 1, 2, 8, and 15, after the application of the treatments. In another experiment, the pure substances were applied in controlled-release dispensers and the number of adults at day 22 after application was counted to evaluate the residual effect.

Several fractions of the three plant extracts have substances which could cause feeding- and possibly oviposition-deterrence and the methanol fractions of *G. sepium* and *Q. amara*, as well as the water fraction of *S. pittieri* stand out because they caused feeding-deterrence at low doses (0,1, 0,1, and 0,5 %, respectively). Also, some of the pure substances can act as repellents for the adults of *B. tabaci* and among them the cinnamaldehyde stands out. However, none of the fractions of the plant extracts, nor the pure substances were better than the agricultural oil for feeding deterrence and the residual effect for them never went over 8-15 days, including the agricultural oil.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Disposición de las cajas de mangas utilizadas en los experimentos de escogencia restringida.	24
Figura 2. Disposición de las macetas con plantas de tomate, expuestas a la colonia de <i>B. tabaci</i> en experimento de escogencia irrestricta.	24
Figura 3. Atomizador Devilbiss 15, conectado a una bomba de vacío, utilizado para asperjar plantas de tomate.	25
Figura 4. Caja de manga utilizada en los experimentos de escogencia restringida.	25
Figura 5. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de madero negro (<i>G. sepium</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	33
Figura 6. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de madero negro (<i>G. sepium</i>) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea), todos al 1%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	34
Figura 7. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción acuosa de madero negro (<i>G. sepium</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	35
Figura 8. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción metanólica de madero negro (<i>G. sepium</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).	36
Figura 9. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción metanol:agua (1:1) de madero negro (<i>G. sepium</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	37
Figura 10. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción etérea de madero negro (<i>G. sepium</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	38
Figura 11. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de hombre grande (<i>Q. amara</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).	41

Figura 12. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de hombre grande (<i>Q. amara</i>) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea), todos al 0.1%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	42
Figura 13. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción acuosa de hombre grande (<i>Q. amara</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	43
Figura 14. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanol:agua (1:1) de hombre grande (<i>Q. amara</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	44
Figura 15. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanólica de hombre grande (<i>Q. amara</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	45
Figura 16. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción etérea de hombre grande (<i>Q. amara</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	46
Figura 17. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	50
Figura 18. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea), todos al 0.5%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	51
Figura 19. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción acuosa de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	52
Figura 20. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanol:agua (1:1) de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	53
Figura 21. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanólica de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	54

Figura 22. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción etérea de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	55
Figura 23. Número promedio de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de madero negro (<i>G. sepium</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).....	57
Figura 24. Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm ² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de madero negro (<i>G. sepium</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	58
Figura 25. Número promedio de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de hombre grande (<i>Q. amara</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).....	60
Figura 26. Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm ² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de hombre grande (<i>Q. amara</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	61
Figura 27. Número promedio de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).....	63
Figura 28 Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm ² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	64
Figura 29. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el guayacol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05)	68
Figura 30. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el alcohol bencilico, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).	69
Figura 31. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Z-3-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05)	70

Figura 32. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-3-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	71
Figura 33. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el eugenol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	72
Figura 34. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-2-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	73
Figura 35. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Z-2-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	74
Figura 36. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el 1-hexanol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	75
Figura 37. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el nonanal, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	80
Figura 38. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el benzaldehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	81
Figura 39. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el 1-hexanal, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	82
Figura 40. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el cinamalaldehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	83
Figura 41. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el perialdehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	84
Figura 42. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Z-3-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	85
Figura 43. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Z-2-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	86

Figura 44. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-3-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	87
Figura 45. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-2-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	88
Figura 46. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el salicilato de metilo, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	90
Figura 47. Número promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la verbenona, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	91
Figura 48: Número promedio de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro sustancias puras (cinamaldehido, perialdehido, 1hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).....	93
Figura 49. Número promedio de ninfas de <i>B. tabaci</i> de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm ² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro sustancias puras (perialdehido, cinamaldehido, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P=0,05).....	94
Figura 50. Número promedio de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C), 15 (D) y 22 días (E), en respuesta a cuatro sustancias puras (cinamaldehido, perialdehido, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si (P= 0,05).....	97

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de hombre grande (<i>Q. amara</i>) preparados para los bioensayos en el invernadero.	126
Anexo 2. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de madero negro (<i>G. sepium</i>) preparados para los bioensayos en el invernadero.	127
Anexo 3. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>) preparados para los bioensayos en el invernadero.....	128
Anexo 4. Número promedio (y desviación del error) de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos, en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea) de madero negro (<i>G. sepium</i>), hombre grande (<i>Q. amara</i>), tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>) y a dos testigos (Sunspray y agua), en experimento de escogencia irrestricta.....	129
Anexo 5. Número promedio (y desviación del error) de adultos <i>B. tabaci</i> posados en plantas de tomate en diferentes intervalos, en respuesta a cuatro sustancias puras asperjadas directamente sobre las plantas y en dispensador (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal, Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua), en experimento de escogencia irrestricta.....	130
Anexo 6. Número promedio (y desviación del error) de ninfas de <i>B. tabaci</i> de los instares I y II en 1 cm ² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones de extractos vegetales (<i>G. sepium</i> , <i>Q. amara</i> , <i>S. pittieri</i>), cuatro sustancias puras asperjadas (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal, Z-3-hexen-1-al) y dos testigos (Sunspray y agua), en experimento de escogencia irrestricta.....	131

VALUACION DE FRACCIONES DE EXTRACTOS Y DE SUSTANCIAS PURAS DE ORIGEN VEGETAL COMO DISUASIVOS O REPELENTES DE ADULTOS DE *Bemisia tabaci*

I INTRODUCCION

Mundialmente, hay alrededor de 280.000 ha dedicadas al cultivo de hortalizas y floricultura en invernaderos o ambientes protegidos (SIAP 2001). De éstas, las principales hortalizas son el tomate, chile dulce o pimiento y pepino, que son cultivadas sobre todo en Holanda, España e Israel. Aunque uno de los objetivos de producir en ambientes protegidos es mejorar el manejo de insectos y enfermedades, ello no siempre es posible. Por ejemplo, en México la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) es la plaga más común de tomate en dichos sistemas, presentando las poblaciones más altas en los primeros 50 días del cultivo (Pérez 1998).

Dicha especie es la más importante económicamente, de las casi 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) (Bink-Moenen y Mound 1990) hasta ahora descritas. Durante el último decenio ha afectado seriamente varios de los sistemas agrícolas en las regiones tropicales y subtropicales, hasta convertirse en la principal plaga agrícola mundial (Brown 1994). En el continente americano actualmente es un problema en al menos 26 cultivos, ya sea como plaga directa (debido a sus altas poblaciones), o como vector de virus. En el plano mundial causa pérdidas anuales de varias decenas de millones de dólares (Hilje 2001, 2002, Oliveira *et al.* 2001)

En Mesoamérica y el Caribe, sus daños se deben especialmente a la transmisión de geminivirus, sobre todo en frijol y tomate (Hilje 2003). 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 una grave crisis en varios países (Hilje 2003). 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. Por ejemplo, en tomate ello sucede con apenas 0,3 adultos/planta, en promedio (Hilje 2001).

Por lo tanto, se recomienda evitar que *B. tabaci* inocule los virus en la planta cuando ésta es más susceptible. Para el tomate, las epidemias virales pueden provocar disminuciones serias en los rendimientos si la infección ocurre durante el período crítico del cultivo, que comprende las primeras semanas después de la germinación (Acuña 1993, Franke *et al.* 1983, Schuster *et al.* 1996). El uso de

sustancias repelentes o disuasivas sería una buena posibilidad para evitar que el vector haga contacto con las plantas durante el período crítico.

Aunque, en realidad, se ha documentado que varios aceites minerales y vegetales pueden disuadir a *B. tabaci* o a otros Aleyrodidae (Butler *et al.* 1988, 1989, Butler y Henneberry 1990, 1991a, 1991b, Larew y Locke 1990, Simons *et al.* 1992, Arias y Hilje 1993, Cubillo *et al.* 1994, Liu y Stansly 1995, Veierov 1996, Gómez *et al.* 1997a), se desconoce si las plantas quedan adecuadamente protegidas una vez expuestas a los virus en el campo, por lo que sería preferible utilizar sustancias que actúen a distancia, como repelentes.

En teoría, sería esperable hallar repelencia en extractos de plantas silvestres, lo cual es especialmente importante para el potencial aprovechamiento económico de la rica biodiversidad tropical (Hilje y Hanson 1998), ya sea mediante el involucramiento directo de la industria agroquímica (Pillmoor *et al.* 1993, Rodgers 1993) o de las comunidades asociadas con los recursos de la biodiversidad. Y, aunque en la literatura hay abundantes referencias de plantas silvestres cuyos extractos tienen efecto insecticida (Grainge y Ahmed 1988, Stoll 1989, Sabillón y Bustamante 1996), se ha explorado muy poco si ellos u otros causan repelencia sobre *B. tabaci*.

Hasta ahora, en el CATIE se ha evaluado el efecto repelente de unas 50 sustancias, incluyendo 28 extractos vegetales provenientes de follaje, semillas, bulbos, botones florales, frutos y aceites esenciales (Cubillo *et al.* 1994, 1995, 1997, Gómez *et al.* 1997b, Hilje y Stansly 2001, CATIE 2002, Hilje 2002, Aguiar *et al.* 2003). De ellas, se cuenta con unos 12 extractos promisorios, pero como disuasivos, entre los que destacan los extractos alcohólicos de la madera del hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae), del follaje del madero negro (*Gliricidia sepium*, Fabaceae) y del fruto de tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae), los cuales disuaden la alimentación o la oviposición en los adultos de *B. tabaci*.

Por tanto, estos hallazgos ameritan que se profundice en los efectos más específicos de algunas de sus fracciones, a la vez que se investigue el potencial de algunas sustancias puras de origen vegetal (aldehídos y alcoholes muy volátiles) que repelen a otros homópteros, como repelentes de los adultos de *B. tabaci*.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la repelencia y disuasión en los adultos de *B. tabaci*, de varias fracciones de extractos de tres arbustos neotropicales, así como de sustancias puras de origen vegetal, como etapa previa para utilizarlos en programas de manejo integrado de dicha plaga en invernaderos donde se siembra tomate.

2.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la dosis mínima a la cual cada una de las cuatro fracciones evaluadas de extractos maderas de *Q. amara*, follaje de *G. sepium* y fruto de *S. pittieri* provoca repelencia o disuasión en los adultos de *B. tabaci*.
- b. Determinar la dosis mínima a la cual actúa cada una de varias sustancias volátiles puras, de origen vegetal, como repelentes o disuasivos de los adultos de *B. tabaci*.

III HIPOTESIS

- a. El efecto repelente o disuasivo sobre los adultos de *B. tabaci* depende de la dosis de cada fracción de los extractos de la madera de *Q. amara*, el follaje de *G. sepium* y fruto de *S. pittieri*.
- b. Algunas sustancias puras de origen vegetal actúan como repelentes o disuasivos de los adultos de *B. tabaci*, y dicho efecto depende de la dosis empleada.

IV REVISION DE LITERATURA

4.1. Producción de hortalizas en invernadero

Un invernadero se puede definir como una edificación cuyo objetivo es proteger de las condiciones ambientales adversas (lluvias fuertes, viento, temperaturas extremas, insectos y enfermedades) y prolongar el período de cultivo de hortalizas delicadas, frutales y plantas ornamentales. La estructura en que se edifica un invernadero puede ser de diversos materiales, o de la combinación de estos, como bambú, madera, hierro u otros materiales sintéticos. La cubierta puede ser de un material que permita el paso de la luz, como vidrio, plástico transparente (polivinil o polietileno) o láminas de fibra de vidrio o acrílicas (CIA 2001).

La agricultura protegida, que otros autores han llamado “cultivo bajo condiciones forzadas”, se empleó inicialmente en países fríos con el propósito de extender la temporada de crecimiento y ampliar el número de cultivos que se podían producir bajo las condiciones locales. Después de la aparición de mercados internacionales de productos hortícolas (frutas, flores y hortalizas) que en Europa y Norteamérica operan todo el año, en Latinoamérica han surgido numerosas empresas de agricultura protegida, orientadas hacia la exportación (Mabbett 2001).

Mundialmente, existen alrededor de 280.000 ha dedicadas al cultivo de hortalizas y floricultura en invernaderos o ambientes protegidos (SIAP 2001). De éstas, las principales hortalizas son el tomate, chile dulce o pimiento y pepino, que son cultivadas sobre todo en Holanda, España e Israel.

La producción bajo cubierta hizo realidad el sueño de todo productor: dominar el comportamiento del clima, la planta y el suelo. Dentro del microclima artificial creado por el invernadero, el horticultor puede modificar las variables mencionadas según la conveniencia de la especie en producción. Las ventajas de esto es un aumento significativo en los rendimientos y la calidad del producto, precocidad de la cosecha, posibilidad de obtener cosechas fuera de época, ahorro de agua, mejor control de plagas, siembras de variedades selectas con rendimientos máximos, la posibilidad de obtener dos o tres cosechas al año y de permitir la incorporación de especies tradicionalmente cultivadas a campo abierto, como frutilla, albahaca, espinaca, berenjena, pepino, melón, lechuga y sandía. (Salazar 1975, Balcaza y Fernández 1992, Núñez citado por Santiago *et al.* 1998, Pérez 1998).

La producción en ambientes controlados también tiene algunas desventajas, como lo son: elevado costo inicial de la infraestructura, su fragilidad y susceptibilidad a deteriorarse en el tiempo, sus altos costos

de mantenimiento y de operación, además de requerir una alta especialización empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad productiva (Serrano 2002).

El cultivo bajo invernadero se considera como un tipo de producción intensivo, que requiere en forma permanente de las habilidades del productor en el manejo de los diferentes cultivos. Asimismo, se requiere de una adecuada destreza para la cosecha y manipuleo, dado el mayor desarrollo que en estas condiciones presentan las plantas. Los invernaderos se utilizan en diferentes condiciones de clima, desde benignos hasta los muy rigurosos, de acuerdo a las necesidades de mercado. Entre los principales factores a considerar en el funcionamiento e instalación de un invernadero están: suelo, luz, temperatura, humedad relativa, riego, fertilización y composición atmosférica (CO₂) (Lizama *et al.* 1984).

Cuando a los cultivos se les ofrece condiciones óptimas para su desarrollo, también se hace para el desarrollo y la diseminación de sus plagas. El cultivo en invernaderos es favorable a la introducción y persistencia de plagas exóticas, ya sean insectos, ácaros o patógenos, pues las condiciones controladas de los invernaderos suelen ser las mismas en numerosas regiones geográficas. De igual manera, el transporte rápido de estos productos de gran valor favorece el traslado de las plagas de un continente a otro, a pesar de todas las reglamentaciones cuarentenarias (Mabbett 2001).

El cultivo en invernaderos tiende a empeorar los problemas de plagas, a la vez que el control con plaguicidas de gran residualidad se ve más limitado dentro de los recintos. El singular ambiente del invernadero exige estrategias de aplicación muy diferentes de las que imperan en el campo. La producción intensiva de cultivos de gran valor ha originado el empleo también intenso del control biológico, mediante depredadores y parasitoides (Mabbett 2001).

La transmisión de virosis a través de insectos vectores como la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, constituye un problema epidemiológico de gran importancia, que provoca más de la mitad de los costos en tratamientos fitosanitarios dentro de la agricultura protegida (Larrain 1992, Fernández *et al.* 2002). Por ejemplo, en México se ha reportado a *B. tabaci* como la plaga más común en la producción de tomate bajo invernadero, presentando altas poblaciones en los primeros 50 días de la siembra (Pérez 1998).

4.2. Importancia económica del complejo *B. tabaci*-geminivirus

Según Schuster *et al.* (1996), *B. tabaci* puede ocasionar daños que pueden ser de tipo directo e indirecto. Entre los daños de tipo directo destaca la extracción de nutrimentos de la savia, causada por las ninfas y adultos al introducir el estilete en las hojas, alterando la fisiología de la planta, disminuyendo la calidad de los frutos y el rendimiento (Byrne y Bellows 1991). Además, las ninfas pueden promover síndromes o alteraciones fitotóxicas, causados por una toxina presente en su saliva; a nivel experimental se ha comprobado que si se elimina esta, las plantas se recuperan de los síntomas.

Existen diversos síndromes entre los cuales están: *él síndrome de la hoja plateada*, que se presenta en *Cucurbita* spp.; al inicio las nervaduras se tornan blanquecinas o brillantes, y la hoja paulatinamente adquiere una apariencia reticulada en el haz, hasta quedar totalmente plateada, con serios efectos en el rendimiento (Yokomi *et al.* 1990); la *maduración irregular del tomate* provoca que el fruto muestre bandas amarillentas longitudinales y que los tejidos internos permanezcan blanquecinos, sin llenar completamente (Schuster *et al.* 1990); y el *palidamiento del tallo en brócoli* y el *amarillamiento del follaje en lechuga* (Costa *et al.* 1993) provocan dichos daños y, además, arrugamiento y severas pérdidas en el peso del follaje.

Los daños indirectos pueden ser de dos tipos. La formación de fumagina debido a la excreción de mucha mielcilla por parte de las ninfas y adultos, la cual al caer sobre las hojas inferiores actúa como sustrato para el crecimiento de hongos, cuya densidad limita la fotosíntesis y afecta la respiración, disminuyendo el rendimiento (Byrne y Bellows 1991). El otro tipo de daño es la transmisión de virus, y especialmente los geminivirus. Estos se diseminan solamente a través de insectos vectores (homópteros), entre los que destaca *B. tabaci* (Lastra 1993), que transmite al menos 50 mundialmente (Markham *et al.* 1996).

Según varios autores (Brown 1990, Hilje 2001), *B. tabaci* ha causado problemas, como plaga directa o vector, en al menos 26 cultivos de importancia en América Latina, entre los que destacan: *Citrullus lanatus* (sandía), *Cucumis melo* (melón), *Cucurbita maxima* (zapallo), *C. mixta* (pipián), *C. moschata* (ayote), *Glycine max* (soya), *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Gossypium hirsutum* (algodón), *Capsicum annuum* (chile dulce), *Lycopersicon esculentum* (tomate) y *Nicotiana tabacum* (tabaco). En tomate, chile dulce, soya, algodón y varias cucurbitáceas ha provocado grandes pérdidas, por debilitamiento o formación de fumaginas (Hilje 2003). No obstante, los mayores problemas se relacionan con la transmisión de geminivirus, especialmente en frijol y tomate (Morales 1994, Hilje 2003). En Mesoamérica y el Caribe, aunque se han detectado geminivirus en melón, pepino, calabaza, sandía, okra y chile, aún no se presentan epidemias tan graves como las observadas en frijol y tomate (Brown 1994).

Información recolectada por Hilje (1996) permitió cuantificar el impacto ocasionado por el vector o los virus. En el tomate en 1992, en Comayagua (Honduras), se perdieron cerca de \$ 4.6 millones; en el Valle Central (Costa Rica), el rendimiento promedio disminuyó de 35 a 21 t/ha; en la República Dominicana hubo pérdidas de 80% en 1993-1994; y en el oriente de Guatemala fueron de 60% en 1992. En el frijol, en Boaco (Nicaragua), su producción decreció de 3,15 a 0,7 t/ha.. Además, en Guatemala el número de aplicaciones contra *B. tabaci* en algodón aumentó de 14 a 25, entre 1988-89 y 1993-94, al igual que las dosis, pero en dicho intervalo la producción unitaria disminuyó de 41 a 23,4 t/ha, sobre todo por la virosis transmitida por este vector.

En Costa Rica es común observar el 100% de las plantas de tomate infectadas, con muy bajas densidades del vector; la menor cifra registrada hasta ahora es 0,3 adultos/planta, en promedio (Cubillo *et al.* 1999a). No obstante, a la incidencia de la enfermedad viral debe agregarse su severidad, que por lo general es mayor cuando las poblaciones del vector son más altas; al aumentar la densidad de adultos virulíferos, al menos hasta cierto valor, la severidad aumenta y los rendimientos decrecen (Salazar *et al.* 1998)

4.3. Ciclo de vida y reproducción de *B. tabaci*

Factores abióticos como la temperatura, la humedad relativa y el fotoperíodo, así como las características de su hospedante, influyen en el ciclo de vida de *B. tabaci*, por lo que la literatura al respecto es muy variable.

Así por ejemplo, López-Avila (1986) determinó que el intervalo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto, en tomate, es de 24 días a 25°C y 75% HR, mientras que Coudriet *et al.* (1985) determinaron que este intervalo era de 27 días a 26,7°C. Por su parte, Eichelkraut y Cardona (1989) utilizando frijol, lo calcularon en 25 y 28 días, en invernadero (26°C y 67% HR) y el campo (24°C y 70% HR), respectivamente. En el campo, el huevo, y los instares ninfales I, II, III y IV duraron en promedio 5, 4, 6 y 13 días, respectivamente. En promedio las hembras adultas pueden vivir entre 14-19 días y los machos entre 11-19 días (Eichelkraut y Cardona 1989, Salas y Mendoza 1995), pero estos valores varían según la región (Gerling *et al.* 1986).

Las hembras de *B. tabaci* pueden reproducirse sin fertilización (partenogénesis arrenotóxica), por lo que la descendencia que se obtiene es únicamente masculina (Byrne y Bellows 1991). Debido a esto, las hembras vírgenes pueden establecer una población, mientras emergen los machos. El porcentaje de

fertilización de las hembras aún es desconocido, pero debido a que ambos sexos usualmente permanecen juntos, es de suponer que en su mayoría normalmente están fertilizadas (Gerling *et al.* 1986, Byrne y Bellows 1991).

En cuanto al número de huevos por hembra (fecundidad), los datos son muy variables. En Colombia, en frijol se ha observado un promedio de 75 huevos a 26,5°C y 68% HR (Eichelkraut y Cardona 1989), y en Venezuela en tomate se observaron 195 huevos a 25°C y 65% HR (Salas y Mendoza 1995). Las marcadas diferencias en fecundidad observadas bajo condiciones ambientales similares, probablemente se deban al tipo de hospedante. En otras regiones los valores también varían mucho (entre 72 y 127), dependiendo del hospedante, la edad del follaje, la humedad relativa, e incluso del biotipo evaluado (Gerling *et al.* 1986).

Los adultos se alimentan apenas minutos después de emerger. Las hembras copulan pocas horas después y tienen un período de preoviposición menor de 24 h. Generalmente colocan pocos huevos diariamente (menos de 10) durante la mayor parte de su vida (Eichelkraut y Cardona 1989).

4.4. Hospedantes

A nivel mundial *B. tabaci* posee al menos 600 hospedantes, pertenecientes a 74 familias, entre las que destacan Leguminosae (96 especies), Compositae (56), y Malvaceae, Solanaceae y Euphorbiaceae (32-35) (Greathead 1986). En América Central y el Caribe tiene al menos 70 hospedantes, pertenecientes a 39 familias, la mayoría silvestre (Hilje 1995); predominan las familias Compositae (17 especies), Solanaceae (10), Cucurbitáceas (8), Malvaceae (7), Euphorbiaceae (5) y Leguminosae (4).

A pesar de que se alimenta de una gran cantidad de cultivos o plantas silvestres, no en todos se reproduce, en Mesoamérica, lo hace en la mayoría, y especialmente en el algodón, chile dulce y melón (Hilje 1993), en los que también puede causar serios daños directos por extracción de savia, e indirectos por la secreción de mielcilla.

4.5. Biotipos

A nivel mundial existen 19 razas o biotipos de *B. tabaci*, de los cuales siete (A, B, C, D, E, G y N) están en América Central y el Caribe (Brown 1993, Brown *et al.* 1995a, 1995b, Perring, 2001).

B. tabaci tiene la capacidad de originar nuevas razas o biotipos ya que posee una gran plasticidad genética. Todos son individuos con características morfológicas idénticas a la especie original, pero biológicamente diferentes, en cuanto a reproducción, alimentación y habilidad de adaptación a latitudes y altitudes más frías (Brown 1990, Brown y Bird 1992).

A pesar de que el biotipo **B** ha sido descrito como una nueva especie, *Bemisia argentifolii* (Bellows *et al.* 1994), sobre esto existe mucho debate todavía (Brown *et al.* 1995a). Este biotipo o especie contrasta con el biotipo "original" (**A**) en los siguientes aspectos: tiene mayor fecundidad, completa su desarrollo en el cultivo de tomate, ataca un mayor número de cultivos, incluyendo crucíferas, lechuga, cítricos y papaya; e induce alteraciones fitotóxicas en cucurbitáceas, tomate, brócoli y lechuga. El número de huevos por hembra del biotipo **B** es cercana a 200, casi el doble del biotipo **A** (Bethke *et al.* 1991) y tiene mayor tolerancia al frío, lo cual le permite invadir zonas ubicadas a mayores altitudes y latitudes, así como soportar períodos adversos y recuperar sus poblaciones en forma rápida, posteriormente (Perring 1996). Asimismo, el biotipo **B** ataca cultivos que el **A** no afecta, como crucíferas (repollo, coliflor y brócoli), lechuga, cítricos y papaya (Perring 1996).

En Costa Rica, actualmente se conoce que predomina el biotipo **A** en las principales zonas productoras de tomate. En el país la presencia del biotipo **C** es única, el cual contrasta con el biotipo **B** en el patrón electroforético de esterasas (Brown *et al.* 1995b) y en que casi no se reproduce en el tomate, pero lo hace abundantemente en el chile dulce (*Capsicum annuum*, Solanaceae) (Hilje *et al.* 1993).

4.6. Transmisión de geminivirus

Virus pertenecientes a varios grupos pueden ser transmitidos por *B. tabaci*. Entre ellos están algunos carlavirus, luteovirus, nepovirus, potyvirus y closterovirus (Brown 1994), pero sobresalen los geminivirus por hacerlo ampliamente. En América se les ha detectado en algodón, calabaza, chile, lechuga, leguminosas, melón, okra, pepino, sandía y tomate (Brown 1994).

Los geminivirus tienen dos cápsides proteicas icosaédricas gemelas apareadas, donde está el genoma viral, constituido de ADN simple, de banda circular (Ramírez y Maxwell 1995); tienen dos componentes (denominados A y B), y el ADN del primero determina la replicación del virus y el otro su translocación. Se multiplican en las células del floema, directamente en el núcleo (Lastra 1993).

Por tener una gran diversidad molecular, muchos geminivirus pueden infectar un mismo cultivo en diferentes regiones (Ramírez y Maxwell 1995). Por ejemplo, en América el tomate es afectado por 17

geminivirus (Polston y Anderson 1997). El más frecuente en Costa Rica es el denominado moteado amarillo del tomate (ToYMoV), hasta ahora detectado solamente aquí. Asimismo, es común que varios geminivirus aparezcan mezclados dentro de una misma planta, originando complejas interacciones (Rivera-Bustamante 1995).

Los geminivirus se reproducen en el floema de donde se transportan rápidamente por toda una planta de tomate, dentro de la cual se pueden multiplicar y desplazar en forma sistémica en menos de 24 h (Rivas *et al.* 1995). En el caso del ToYMoV, el vector lo puede adquirir en 4 h de alimentación (Bonilla 1995). En general, los geminivirus después tienen un período de latencia que varía entre de 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 siembra (Franke *et al.* 1983, Acuña 1993, Schuster *et al.* 1996).

4.7. Patrones de comportamiento

Para el manejo de *B. tabaci*, un elemento clave es conocer su patrón comportamiento en cuanto a capacidad de vuelo, horas de actividad, selección de hospedantes y aspectos sensoriales (Cohen y Berlinger 1986).

Byrne *et al.* (1990) determinaron que *B. tabaci* no es un volador eficiente 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 viento a grandes alturas, las cuales son aprovechadas por el insecto para colonizar campos lejanos, hasta a 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).

La rapidez con que los geminivirus son diseminados en tomate en Costa Rica, probablemente se debe a los continuos movimientos de *B. tabaci* dentro de las parcelas, pues aunque los adultos muestran mayor actividad en horas tempranas, se mantienen volando durante todo el día (Arias y Hilje 1993a, Jovel *et al.* 1997). En un estudio del patrón de diseminación de la epidemia viral, se determinó que los adultos realizan vuelos muy cortos, sobre todo a lo largo de los surcos del cultivo (Jovel *et al.* 2000)

El factor principal determinante en la localización del hospedante a distancia es el color (van Lenteren y Noldus 1990). Los adultos prefieren el verde-amarillento al amarillo y al verde oscuro (Husain y Trehan citado por van Lenteren y Noldus 1990). También, el contraste entre el suelo desnudo y el color

de la planta es importante, principalmente en el tomate, pues cuando el suelo se cubre con coberturas vivas verdes la cantidad de adultos disminuye y la diseminación de la virosis se retarda, en comparación con el suelo desnudo (Cubillo *et al.* 1999a).

La respuesta a olores parece funcionar solamente a corta distancia. Antes de insertar su estilete en la planta, los adultos de varios Aleyrodidae, incluyendo a *B. tabaci*, la palpan o frotan con la punta del labio, donde poseen siete pares de setas sensoriales pequeñas (Walker y Gordh 1989); su ultraestructura sugiere que son receptores químicos (quimiorreceptores), o químicos y mecánicos a la vez (mecano-quimiorreceptores).

4.8. Manejo mediante repelentes y disuasivos

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 este 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)

Aunque en la literatura existen abundantes referencias en su mayoría anecdóticas de plantas silvestres con efecto repelente o disuasivo, sobre varias especies de insectos (Grainge y Ahmed 1988, Stoll 1989, Sabillón y Bustamante 1996), estas raras veces mencionan a los insectos afectados, en forma específica. De resultar útiles, podrían ofrecer un potencial importante para la industria agroquímica, ya sea para su formulación o como modelos para la síntesis química (Pillmoor *et al.* 1993).

Según Cubillo y Hilje (1996) se ha documentado o sugerido que varias sustancias pueden repeler a *B. tabaci* o a otros Aleyrodidae. No obstante, la información disponible es incierta, pues generalmente las sustancias se han evaluado en forma individual, lo que impide hacer comparaciones. Además, las metodologías utilizadas varían y, en algunos casos, parecieran no medir la repelencia *sensu stricto*, sino más bien el efecto insecticida de las sustancias evaluadas. Entre las sustancias evaluadas hasta ahora en cuanto a su posible repelencia para *B. tabaci* hay insecticidas convencionales, aceites minerales y vegetales, y extractos vegetales.

Con el clordimeformo (Galecrón) y el endosulfán (Thiodan), insecticidas convencionales, se ha obtenido repelencia con dosis subletales de (Uk y Dittrich 1986), así como con bifentrina (Talstar) (Liu y Stansly 1995); no obstante, los resultados con endosulfán y bifentrina no fueron confirmados posteriormente por otros autores (Cubillo *et al.* 1994, 1995).

Por otra parte, algunos aceites vegetales y minerales han mostrado resultados positivos (Butler *et al.* 1988, 1989, Butler y Henneberry 1990, 1991a, 1991b, Larew y Locke 1990, Arias y Hilje 1993b, Cubillo *et al.* 1994), aunque se desconoce su modo de acción. Larew y Locke (1990) han sugerido que su acción es quimiotáctil.

Con los tratamientos de origen vegetal, se han obtenido resultados positivos con extractos acuosos de semilla del árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) (Coudriet *et al.* 1985, Zeledón 1990), pero estos no pudieron ser corroborados posteriormente por Cubillo *et al.* (1994, 1999b).

Gómez *et al.* (1997b), en la búsqueda de sustancias repelentes evaluaron 27 extractos vegetales, provenientes de follaje, semillas, bulbos, botones florales y frutos, así como aceites esenciales, los cuales se seleccionaron según referencias anecdóticas de agricultores y por su poca o nula afinidad taxonómica con los hospedantes más frecuentes de *B. tabaci* (Greathead 1986) .

Los extractos de follaje evaluados fueron de apazote (*Chenopodium ambrosioides*, Chenopodiaceae); chile muelo (*Drymis granadensis*, Winteraceae); culantro de castilla (*Coriandrum sativum*, Umbelliferae); culantro coyote (*Eryngium foetidum*, Umbelliferae); eucalipto (*Eucalyptus deglupta*, Myrtaceae); gavilana (*Neurolaena lobata*, Compositae); madero negro (*Gliricidia sepium*, Leguminosae); menta (*Satureja obovata*, Labiatae); orégano (*Lippia graveolens*, Lamiaceae); ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae); sorosí (*Momordica charantia*, Cucurbitaceae); flor de muerto (*Tagetes jalisciensis* y *T. microglossa*); y zacate limón (*Cymbopogon citratus*, Poaceae). Los extractos de semilla fueron de canavalia (*Canavalia ensiformis*, Leguminosae); de bulbo, los de ajo (*Allium sativum*, Alliaceae) y cebolla (*Allium cepa*, Alliaceae); de botones florales, el de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*, Myrtaceae); y el chile picante (*Capsicum frutescens*, Solanaceae). Los aceites esenciales fueron de follaje de ciprés (*Cupressus lusitanica*, Cupressaceae); chile muelo (*Drymis granadensis*, Winteraceae); jamaica (*Pimenta officinalis*, Myrtaceae); cáscara de lima (*Citrus limetta*, Rutaceae); fruto de indio desnudo (*Bursera simaruba*, Burseraceae); semilla de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, Zingiberaceae); y espigas de higuillo (*Piper aduncum*, Piperaceae).

A pesar de que ninguno de estos extractos mostró repelencia, varios causaron un fuerte efecto insecticida, como sucedió con la ruda, zacate limón, madero negro, chile muelo, apazote y el aceite

esencial de higuillo. En evaluaciones realizadas por Cubillo *et al.* (1999b) con extractos etanólicos de albahaca (*Ocimum basilicum*, Labiatae), anisillo (*Tagetes filifolia*, Compositae), madero negro (*Gliricidia sepium*, Leguminosae), pimienta negra (*Piper nigrum*, Piperaceae) y *Echinacia purpurea* (Compositae) tampoco hubo evidencias de repelencia; no obstante, el anisillo y una fracción de *E. purpurea* (en éter) causaron mortalidad. Sin embargo, en ambos casos (Gómez *et al.* 1997b, Cubillo *et al.* 1999b) no se puede descartar que, a concentraciones menores, o utilizando otros procedimientos de extracción, los derivados de algunas de estas plantas pudieran causar repelencia.

4.9. Plantas o sustancias con potencial como repelentes/disuasivos de *B. tabaci*

4.9.1. Hombre grande (*Quassia amara*)

El hombre grande, *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae) es conocida por los nombres comunes de cuasia, cuasia de Surinam, limoncillo, palo de hombre, crucete, guabito amargo y puesilde (Cáceres *et al.* 1995). Pertenece a la subfamilia Simarouboideae, que es la más grande de las seis que conforman la familia Simaroubaceae (orden Sapindales), la cual tiene distribución pantropical, con su centro de origen principal en América (Porter 1973, Thomas 1990, Voorhoeve 1967 citados por Poveda 1995).

La distribución geográfica *Q. amara* ha sido difícil de establecer claramente, debido a su amplio uso en muchas regiones indígenas por mucho tiempo. Se extiende desde el norte de Sudamérica, hasta el sur de México, incluyendo las islas del Caribe. No obstante, pareciera haber consenso de que es nativa de América tropical (Poveda 1995).

Es un arbusto grande o un árbol pequeño, de hasta 9 m de altura y 10 cm de diámetro, su corteza es grisácea, y la madera es blanca o amarillenta, inodora, suave y fácil de cortar, y con un sabor amargo persistente (Cáceres *et al.* 1995, Ocampo *et al.* 1997). Normalmente crece bajo el dosel del bosque, pero puede desarrollarse bien en áreas perturbadas (Villalobos 1995a).

Entre los principios amargos que contiene *Q. amara* están los cuasinoides (cuasina, cuasinasina, cuasimarina, cuasinol, 18-hidroxicuasina, neocuasina, simalikalactonas A, B, C y D), esteroides (β -sitosterol, α -sitostenoma, stigmast-4-en-3-ona), picranina, isocuasina, alcaloides totales (0.25%), indólicos derivados de la β -carbolina (1-vinil-4, 8-dimetoxi, 1-metoxicarbonil y 3-metilcantin-2, 6-diona) y 2-metoxicantina-6-ona, aceite volátil, extracto gomoso, pectina, fibra sales minerales. La corteza de la raíz contiene cuasina, ácido málico y gálico, tartrato de calcio y acetato de potasio (Cáceres *et al.* 1995).

Por su parte, otros estudios han determinado la presencia de nuevos cuasinoides derivados de la madera de *Q. amara*, a saber: 11-a-0-(β -D-glucopiranosil, 16- a -0-metilneocuasina, 1- a -0-metilneocusina, 12- a -hidroxil3, 18-dehiroparain y cuasilactol (Barbetti *et al.* 1993, Dou *et al.* 1996).

Aunque estas sustancias se pueden encontrar en toda la planta (madera, corteza, follaje, raíz y flores), sus concentraciones varían según el órgano vegetal y la edad de éste; en el caso de la cuasina y la neocuasina, que constituyen el 60% de los cuasinoides, su mayor concentración se presenta en la madera de las ramas gruesas (Villalobos 1995b).

Algunos de estos metabolitos secundarios tienen efecto insecticida, el cual se demostró desde 1884 en Australia, contra áfidos (Ormerod, citado por Brown 1995). Datos recopilados por Brown (1995) indican que se han efectuado 55 investigaciones posteriores, que han incluido 41 especies, incluyendo 13 de homópteros, 12 de lepidópteros, cinco de himenópteros, tres de coleópteros, tres de tisanópteros, dos de dípteros, dos de ácaros y una de hemípteros.

A partir de la información recopilada es difícil realizar comparaciones acerca de la eficacia de los extractos, debido a que la mayoría de los autores no mencionan los métodos ni las dosis de aplicación. Según Brown (1995) es posible que hubiera diferencias en las condiciones experimentales (cantidades de agua, temperatura o concentración de las sustancias activas en la solución), lo cual es una seria limitante para comparar los resultados y concluir sobre su eficacia. Además, muchos de estos estudios no aportan resultados cuantitativos, o no son lo suficiente explícitos sobre la metodología ni el método estadístico, pues a principios del siglo XX era frecuente que los autores hicieran apenas apreciaciones cualitativas acerca del efecto de extractos, y que no incluyeran testigos con los cuales comparar los tratamientos de interés (Brown 1995).

Según Villalobos (1995a), todas las estructuras de la planta poseen cuasinoides y con probable actividad insecticida. Se ha reportado efecto insecticida utilizando extractos acuosos de la madera, sobre las siguientes plagas: áfidos (*Aphis fabae*, *Macrosiphum ambrosiae*, *M. liriodendri* y *M. rosae*), lepidópteros (*Bombyx mori* y *Porosagrotis orthogonia*), himenópteros (*Hoplocampa flava* y *H. minuta*). Los extractos de la raíz funcionaron como insecticida contra un lepidóptero (*Diaphania hyalinata*) (Grainge y Ahmed 1988).

También, Evans y Raj (1988) detectaron actividad larvicida contra mosquitos (*Culex quinquefasciatus*) utilizando extractos de follaje, con diferentes disolventes (éter de petróleo, éter, etanol y agua); de éstos, el de etanol mostró mayor actividad, mientras que el de éter fue el menos activo. Asimismo,

Brown (1995) realizó bioensayos sobre larvas de *Aedes* sp., utilizando extractos acuosos de tallos verdes, hojas, madera, corteza, flores, raíces y corteza de raíz, y determinó que los extractos de tallo verde fueron los que tuvieron mayor actividad, seguidos por los tejidos de madera, mientras que los tejidos de hoja fueron los menos eficaces.

Estudios más recientes de laboratorio indican que los extractos de *Q. amara* tiene un efecto farmacológico, como inhibidor de la producción de estrógenos, disminuyendo la capacidad de fertilización en ratas albinas (Njar *et al.* 1995, Raji *et al.* 1997) y en el control del parásito que provoca la malaria (Ajaiyeoba *et al.* 1999).

En cuanto a su efecto sobre insectos benéficos, hay evidencias de que no afectan a abejas polinizadoras (Apidae) ni a mariquitas depredadoras (Coccinellidae) (Yepsen, citado por Stoll 1989)

Aparte de su efecto insecticida, ampliamente demostrado, algunas sustancias presentes en la madera y el follaje de *Q. amara* pueden actuar como inhibidores de la alimentación o la oviposición. Leskinen *et al.* (1984) demostraron que un tipo de cuasina actúa como fagodisuasivo de *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae), y Mancebo *et al.* (2000) documentaron que tanto los extractos de madera como de follaje son fagodisuasivos de las larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Cubillo *et al.* (1995, 1997) evaluaron extractos acuosos y alcohólicos de la madera, para buscar efectos repelentes sobre *B. tabaci*, pero detectaron un claro efecto insecticida, que fue mayor con los extractos alcohólicos. No obstante, quizás a menores concentraciones, dichos extractos podrían actuar como disuasivos de la alimentación o la oviposición sobre los adultos de *B. tabaci*.

Una gran ventaja con los extractos de *Q. amara*, para su utilización en programas de manejo integrado de plagas es su bajo o nulo riesgo para la salud de los agricultores y los consumidores. Por ejemplo, los extractos acuosos de la madera, en dosis de hasta 1000 mg/kg administradas oralmente, no causan efectos tóxicos de tipo agudo en ratones (García *et al.* 1996), lo cual indica que no implican riesgos si se ingieren; de hecho en la medicina tradicional estas sustancias se emplean como un agente digestivo.

4.9.2. Madero negro (*Gliricidia sepium*)

Gliricidia sepium (Jacquin.) Kunth ex Walpers. (Leguminosae, subfamilia Papilionoideae) es conocida por los nombres comunes de madero negro, mata ratón, madre del cacao, árbol de hierro, palo veloz, bien vestida, cocoite, bala, balo, cacaonance, madrial. (Glover 1987, CATIE 1991)

Es una planta nativa de México y América Central, en su hábitat nativo, se le encuentra generalmente en climas sub-húmedo, con precipitación de 500-1500 mm, con una estación seca de cinco meses bien definida (Glover 1987, CATIE 1991).

Es un árbol de porte pequeño a mediano, que alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro. Sus hojas son compuestas, papilionadas, alternas y deciduas. Las flores son rosadas y las vainas de 10-15 cm de largo contienen 4-10 semillas de color pardo de aproximadamente de 1 cm de largo (Holdridge y Poveda 1975, Glover 1987, CATIE 1991)

Tiene diversos usos y productos, entre los que se pueden mencionar: la madera para construcción y postes, leña, protección del suelo, producción de materia orgánica, fijación de nitrógeno y otros usos en cercas vivas, abonos verdes, soportes vivos y forraje para alimentación de animales, por su alto contenido de proteínas (IRENA 1992). Como medicina, se utiliza para curar úlceras, tumores, afecciones de la piel, hongos, sarna, dolor de cabeza, erisipela, insolaciones, febrifugo, tifoidea, enfermedades estomacales, gonorrea, malaria. También se usa como expectorante, estimulante para el sueño (Benavides 1994).

Existe una serie de compuestos químicos producidos por *G. sepium*, tales como proantocianidinas, taninos y cumarinas, además de terpenoides, flavonoides, anilpropanoides e isoflavonoides algunos de los cuales podrían tener actividad como repelentes/disuasivos o alelopáticos (Urriola 1994, López 1995). Manners y Jurd (1979) en extractos de madero negro en acetona aislaron y caracterizaron tres nuevos flavonoides: isoflavona, dihidroflavonol y β -hidroxidihidrocalcona. Por su parte, Inostroza y Fournier (1982), así como Alán y Barrantes (1988) encontraron en extractos acuosos de hojas y de raíces sustancias fenólicas (ácido protocatéquico) y flavonas que tienen un efecto alelopático sobre la germinación de semillas, y que este dicho efecto podría aprovecharse como fungicida o preservante de maderas.

Las sustancias alelopáticas son sintetizadas en las raíces y de aquí se pueden movilizar al resto de la planta, o bien son producidas en los brotes de las hojas y se trasladan a la raíz, para acumularse en la corteza (Inostroza y Fournier 1982)

Algunos de estos metabolitos secundarios tienen un efecto insecticida. Litsinger *et al.* (1978) encontraron, en Filipinas, que un alto porcentaje de agricultores (43%) usan ramas y otras partes de plantas en sus campos para atraer o repeler insectos. En Pangasian, un 72% de ellos usan ramas en campos de arroz para repeler al defoliador del arroz, *Nymphula depunctalis* (Pyralidae), así como al gusano de la espiga del arroz, *Hydrellia philipina* (Ephydriidae).

Gómez *et al.* (1997) determinó en extractos de hojas de madero negro un efecto insecticida sobre *B. tabaci* debido, posiblemente a la presencia de algunos compuestos químicos que podrían actuar como insecticida. No obstante, no es posible atribuirle dicho efecto a tales extractos debido a que la metodología utilizada en dicho experimento no era adecuada para diferenciar entre la toxicidad y los efectos de fago u ovidisuasión (Hilje y Stansly 1999). Mas bien, Hilje y Stansly (2001) determinaron que el extracto crudo de las hojas de madero negro causó fago y/o ovidisuasión sobre los adultos de *B. tabaci* a una dosis de 1% (v/v).

4.9.3. Tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*)

El tacaco cimarrón, *Sechium pittieri* (Cogn.) C. Jeffrey (Cucurbitaceae) es conocido por los nombres comunes de tacaco, tacaco de montaña y pepino de monte (Lira 1995). Su distribución geográfica se extiende desde Nicaragua hasta Panamá, ocupando una amplitud altitudinal que abarca desde menos de 100 hasta 2500 msnm; aquí crece en diversos hábitats, tanto primarios como perturbados, y frecuentemente en sitios cercanos o asociados a corrientes de agua e incluso inundables (Lira 1995, León 2000).

Es una especie herbácea, perenne, rastrera y trepadora. El tallo es sulcado, glabro a pubescente al menos en los nudos, además es simple, engrosado y de aspecto leñoso hacia la base. También es muy ramificado, delgado y firme hacia el ápice. Las hojas sobre los pecíolos son delgadas con un tamaño de 3-4 cm de largo, los zarcillos están divididos de tres a cinco ramas. Sus flores son estaminadas y pistiladas. Los frutos generalmente son solitarios, de forma ovoide a fusiforme, fibrosos al madurar, con un color verde y un tamaño de 4 a 6 cm de largo, 3 a 4 cm de ancho. Su sabor es amargo al madurar (Lira 1995, León 2000).

El tacaco cimarrón se distingue de algunas otras especies de la sección *Frantzia*, principalmente por la combinación de las características presentes en las inflorescencias, así por ejemplo, en *S. panamense* las inflorescencias son umbeloides mientras que en *S. pittieri* son paniculadas, en *S. venosum* son pendulares vs. erectas en *S. pittieri* y en *S. villosum* son vellosas vs. glabras en *S. pittieri*. Por otra parte los pedicelos de las flores estaminadas son largos y claramente visibles en *S. pittieri* mientras que en *S. venosum* son inconspicuos. Los sépalos son < de 1.5 mm de largo vs. > de 2 mm de largo en la mayoría de las otras especies y la estructura de las anteras es fusionada vs. libres en *S. panamense* (Lira 1995).

En cuanto a su fenología, es posible encontrar todo el año poblaciones de *S. pittieri* con flores y frutos (Lira 1995).

Por ser la especie más ampliamente distribuida de todas las especies silvestres del género y por abarcar una mayor amplitud de condiciones ambientales, es considerada una fuente potencial de genes para la especie cultivada, como por ejemplo la resistencia a enfermedades o la adaptación a diversas condiciones de suelo y clima (Lira 1995).

En contraste con su congénere el tacaco (*S. tacaco*), que es comestible, no se le utiliza para consumo, debido a que los frutos y la parte aérea tienen un sabor desagradablemente amargo, que irrita la garganta y puede provocar vómito. De sus frutos y de la parte aérea se han aislado seis tacacósidos conocidos como: A₁, A₂, B₁, B₂, B₃ y C, que son compuestos del grupo de las saponinas, con propiedades antitumorales (Castro *et al.* 1997).

Algunos de estos compuestos también tienen un efecto insecticida. Por ejemplo, Mancebo *et al.* (2001) encontró, utilizando una fracción semipurificada de *S. pittieri*, un efecto tóxico sobre larvas de *Hypsipyla grandella* a concentraciones de 3,20 y 10% (p/v). Por su parte, Hilje y Stansly (2001) determinaron con el extracto crudo de los frutos de tacaco cimarrón un efecto fago y/o ovidisuasivo sobre adultos de *B. tabaci* a una dosis de 0,1 y 0,5% (v/v) respectivamente.

4.9.4. Sustancias volátiles puras

La comunicación química entre organismos opera mediante sustancias semioquímicas, derivadas del metabolismo secundario de las plantas. Las investigaciones químicas desarrolladas durante la década pasada permitieron revelar la existencia de numerosos mensajeros químicos que guían el comportamiento de los insectos. Con el análisis de estos mensajeros químicos se aprovecha la sistematización de estos compuestos “semioquímicos” de acuerdo a su función en el comportamiento del organismo que los produce y/o recibe (Schoonhoven 1990).

Existen dos tipos de sustancias semioquímicas: Las feromonas, en los inicios las sustancias usadas en la comunicación entre miembros de una misma especie fueron designadas entonces como “ectohormonas”. En 1959 las ectohormonas fueron rebautizadas como feromonas. Estas son definidas como sustancias secretadas por un individuo hacia el exterior que causan una reacción específica en un individuo de la misma especie. Las sustancias aleloquímicas son sustancias que afectan a organismos de una especie diferente del organismo que los emite. Estas se subdividen en: Alomonas, sustancias

producidas por o adquiridas por un organismo, que en contacto con un individuo de otra especie producen en el receptor una reacción favorable al emisor, es decir su acción beneficia a la especie emisora. Por ejemplo, las alomonas le sirven a las plantas como sustancias defensivas contra organismos fitófagos y de protección de insectos depredadores. Kairomonas, compuestos que en contacto con individuos de otra especie, producen en el receptor un efecto favorable a este último, es decir, su acción beneficia a la especie receptora. (Schoonhoven 1990).

La selección del hospedante por parte de los insectos esta determinada por sustancias volátiles y no volátiles que actúan como atrayentes y/o disuasivos en los posibles hospedantes. La mayoría de los compuestos volátiles son repelentes para algunas especies o biotipos de insectos, aunque podrían actuar como atrayentes para otras especies, por lo que cuando se alude a ellos se debe de identificar con claridad la especie o biotipo que se afecta con dicho compuesto volátil (Norris, 1990).

Ciertos aceites esenciales de plantas y/o sus constituyentes tienen un amplio espectro de actividad contra plagas de insectos, patógenos de plantas, nemátodos y otros hongos. Todos ellos tienen un considerable potencial como protectores de cultivo y para el manejo de plagas. Estos son seguros en su uso y para el ambiente, con pocas excepciones. Otro punto importante es que los productos basados en aceites esenciales no serán una panacea para la protección de cultivos, pero podrían tener un espacio importante en el mercado, particularmente donde exista un premio por la seguridad de los trabajadores y protección ambiental, en los cuales estos tipos de productos encontrarían una amplia aceptación por parte de los agricultores (Isman 2000).

Estudios realizados por Birkett *et al.* (2003) demostraron que las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) infestadas con la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* producen más de 20 compuestos, de los cuales cuatro fueron emitidos en mayores niveles: Z-3-hexen-1-ol, 4,8-dimetil-1,3,7-nonatriene, 3-octanona y un compuesto no identificado. Estos tuvieron un efecto significativo en la orientación e incremento en posarse sobre las plantas infestadas con *T. vaporariorum* del parasitoide *Encarsia formosa*, es decir, que el parasitoide usa los compuestos volátiles emitidos por las plantas hospedantes como señal olfativa para localizarlo, como una kairomona.

Por su parte, Pettersson *et. al* (1994), determinaron que el salicilato de metilo reduce la colonización en los hospederos de verano del áfido *Rhopalosiphum padi*, esta sustancia elimina la atracción de las hojas de la avena de los insectos en pruebas de olfatometro. La actividad del salicilato de metilo contra los áfidos del cereal en pruebas de campo, revela sobre su potencial en el desarrollo de nuevas estrategias de control. Otros estudios realizados por Hardie *et al.* (1994) demostraron que el salicilato de metilo y

el (-)-(1R,5S)-mirtenal, son repelentes del áfido del grano negro (*Aphis fabae*) y también inhiben la atracción a sus hospederos *Vicia faba*.

Por su parte, el *cis*-menth-2-en-1-ol y *trans*-piperitol componentes de extracto de hojas del árbol de pimienta (*Schinus molle* L.) es repelente de la mosca casera (*Musca a immigrantes domestica*) (Wimalaratne *et al.* 1996).

Estudios más recientes realizados por Zhang *et. al* (1999) demostraron que la mezcla de 1-hexanol, Z-3-hexen -1-ol y E-2-hexen -1-ol interfieren en la selección de hospederos por parte del escarabajo descortezador de los abetos (*I. typographus*) y puede ofrecer una fuente de inhibición de señales como alternativa en la estrategia de manejo en la protección de bosques.

V MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización

Los experimentos se realizaron en un invernadero y en el Laboratorio de Entomología de la Unidad de Fitoprotección, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. Este lugar está a 9°52'N y 83°38'O y 640 msnm, donde las variables climáticas son de 22°C, 2479 mm, 87% HR y 11,82 $\mu\text{J}/\text{m}^2$, en promedio (Jiménez 1994).

5.2. Sustancias evaluadas

Se evaluó la actividad fagodisuasiva (y la posible ovidisuasión) de cuatro fracciones derivadas de tres extractos vegetales de plantas nativas neotropicales, así como la repelencia de 19 sustancias puras de origen vegetal.

Los primeros se derivaron de follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*, Fabaceae), de madera de hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) y frutos de tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae), recolectados en los predios del CATIE (Turrialba), en la Reserva Indígena de Keköldi (Talamanca) y en Orosí (Cartago), respectivamente.

La preparación de los extractos se realizó en el Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), de la Universidad de Costa Rica. Para preparar los extractos crudos de esas plantas, las muestras del material vegetal pertinente se secaron en un horno de convección (Mem Mert?) a 40°C. Se molieron y luego se maceraron en metanol al 70% por 24 h, a temperatura ambiente. Las disoluciones obtenidas se filtraron en papel Whatman N° 4 y el residuo sólido se extrajo de nuevo con metanol al 80% para aumentar el rendimiento del proceso. Los productos de las dos extracciones se mezclaron y luego se concentraron al vacío en un baño de agua a 40°C, utilizando un rotavapor R-151. Posteriormente, el extracto fue pasado por un liofilizador LABCONCO (Serie 85004) para eliminar el agua remanente de los residuos. En el caso del extracto de follaje de madero negro, éste requirió un proceso de desengrase con hexano, previo a ser liofilizado.

Las fracciones del extracto crudo de follaje de madero negro fueron preparadas de la siguiente manera. Se preparó una columna con 100 g de silica gel MCI (Mitsubishi Chemical Industry) Diaion HP-20, con una altura de 31 cm y un diámetro de 4,5 cm. La columna fue lavada con diversos disolventes, siguiendo este orden: agua, agua: metanol (1:1), metanol y éter dietílico. Posteriormente se colocaron

18 g del extracto liofilizado, a los que se le eluye 1 L de cada uno de los disolventes anteriormente descritos, a temperatura ambiente. El procedimiento se repitió cuatro veces, hasta completar 72 g de liofilizado. A partir de estos 72 g, el proceso de fraccionamiento permitió obtener 37,65 g de liofilizado de la fracción acuosa, 8,6 g de la fracción metanol: agua, 9 g de la fracción metanólica y 0,29 g de la fracción etérea. (Anexo 1).

Para el caso de las fracciones del extracto crudo de madera de hombre grande, el procedimiento de preparación fue el mismo, y los disolventes también fueron los mismos. En cada columna se colocaron 17 g del extracto liofilizado, a los que también se le eluyó 1 L de cada uno de los disolventes, a temperatura ambiente. El procedimiento se repitió por tres veces hasta completar 51 g de liofilizado. A partir de estos 51 g, el proceso de fraccionamiento permitió obtener 18,04 g de liofilizado de la fracción acuosa, 3,8 g de la fracción metanol: agua, 18,1 g de la fracción metanólica y 3,43 g de la fracción etérea. (Anexo 2).

Con las fracciones del extracto crudo del fruto de tacaco cimarrón se siguió el mismo procedimiento de preparación previo, y los disolventes también fueron los mismos. En cada columna se colocaron 15 g del extracto liofilizado, a los que también se le eluyó a temperatura ambiente, 1 L de cada uno de los disolventes. El procedimiento se repitió por tres veces hasta completar 45 g de liofilizado. A partir de estos 45 g, el proceso de fraccionamiento permitió obtener 8,4 g de liofilizado de la fracción acuosa, 5,38 g de la fracción metanol: agua, 8,71 g de la fracción metanólica y 0,33 g de la fracción etérea. (Anexo 3).

El peso seco obtenido de cada una de las fracciones de los tres extractos permitió conocer su equivalente respecto al extracto crudo.

Por su parte, tanto las sustancias puras como los dispensadores de liberación controlada fueron preparados en los laboratorios de la empresa ChemTica Internacional (Santo Domingo de Heredia, Costa Rica). Corresponden a varios tipos de sustancias (alcoholes, aldehídos y otras), a saber: guayacol, alcohol bencílico, Z-3-hexen-1-ol, E-3-hexen-1-ol, eugenol, E-2-hexen-1-ol, Z-2-hexen-1-ol, 1-hexanol (**alcoholes**); nonanal, benzaldehído, 1-hexanal, cinamalaldehído, perialdehído, Z-3-hexen-1-al, Z-2-hexen-1-al, E-3-hexen-1-al, E-2-hexen-1-al (**aldehídos**); y otras sustancias, como una cetona (verbenona) y el salicilato de metilo.

Todos los extractos crudos liofilizados y sus respectivas fracciones, así como las sustancias puras, se mantuvieron herméticas, en refrigeración y en la oscuridad; para evitar su descomposición química o su contaminación con hongos.

5.3. Tratamientos y diseño experimental

Se efectuaron dos tipos de experimentos, uno de *escogencia restringida* (dos opciones: planta tratada con una sola concentración vs. testigo, en un espacio cerrado) y otro de *escogencia irrestricta* (plantas tratadas con varias concentraciones vs. testigos, en espacio abierto) (Figs. 1A,2B).

Escogencia restringida. Para este experimento se utilizó un diseño irrestricto al azar, debido a la homogeneidad de las condiciones en el invernadero. Se efectuaron experimentos individuales para cada una de las cuatro fracciones de los extractos (follaje de madero negro, madera de hombre grande y fruto de tacaco cimarrón), así como de las 19 sustancias puras. La unidad experimental fue la maceta con cada planta de tomate que recibió el tratamiento.

Las fracciones de los extractos vegetales y las sustancias puras se asperjaron en plantas de tomate (var. Hayslip) con tres hojas verdaderas, mediante un atomizador DeVilbiss 15, de punta ajustable (The DeVilbiss, Somerset, PA, EE.UU.), conectado a una bomba de vacío (Cubillo y Hilje 1996), con una presión constante de 10 kg/cm² (Fig. 3C). Las plantas de cada tratamiento se asperjaron en forma separada con 30 mL para las cuatro repeticiones, en una sala para aplicaciones, para lo cual se colocaron sobre una mesa y se rociaron por el envés y el haz del follaje.

Las plantas se introdujeron, 30 min después de asperjadas, en jaulas de manga de 30 x 30 x 45 cm, las cuales tienen paredes de madera, malla fina y vidrio (Serra 1996); en cada caja se colocaron dos macetas, una asperjada con el tratamiento respectivo y la otra con agua destilada. (Fig. 4D)

Los adultos de *B. tabaci*, de edad desconocida y sin sexar, fueron capturados con un succionador manual, de una colonia criada en tomate y berenjena, en el invernadero. Dentro de cada jaula se liberaron al menos 50 adultos.

Extractos vegetales. En este caso, para la preparación de cada disolución se pesó la cantidad de cada fracción, según el rendimiento del proceso de fraccionamiento de cada extracto y se disolvió en 100 mL del disolvente correspondiente (Anexos 1, 2, 3). Se tuvieron 96 tratamientos, correspondientes a las siguientes cuatro concentraciones: (0,1, 0,5, 1,0 y 1,5% p/v), de cada una de las siguientes fracciones: agua, agua: metanol, metanol y éter dietílico de los tres extractos.



Figura 1. Disposición de las cajas de manga utilizadas en los experimentos de escogencia restringida.



Figura 2. Disposición de las macetas con plantas de tomate, expuestas a la colonia de *B. tabaci* en experimento de escogencia irrestricta.



Figura 3. Atomizador DeVilbiss 15, conectado a una bomba de vacío, utilizado para asperjar las plantas de tomate.



Figura 4. Caja de manga utilizada en los experimentos de escogencia restringida.

Según lo anterior, en el caso del follaje de madero negro se evaluaron los siguientes tratamientos (concentraciones, p/v): 0,05229, 0,26145, 0,5229 y 0,7844% (fracción acuosa), 0,01194, 0,0597, 0,1194 y 0,1791% (fracción metanol: agua), 0,0125, 0,0625, 0,1250 y 0,1875% (fracción metanólica) y 0,0004, 0,0020, 0,0040 y 0,0060% (fracción etérea).

Con la madera de hombre grande se evaluaron los siguientes tratamientos (concentraciones, p/v): 0,03537, 0,17685, 0,3537 y 0,5306% (fracción acuosa), 0,00745, 0,03725, 0,0745 y 0,11175% (fracción metanol:agua), 0,03708, 0,1854, 0,3708 y 0,5562% (fracción metanólica) y 0,00672, 0,0336, 0,0672 y 0,1008% (fracción etérea).

Con el fruto de tacaco cimarrón se evaluaron los siguientes tratamientos (concentraciones, p/v): 0,01867, 0,09335, 0,1867 y 0,2800% (fracción acuosa), 0,01195, 0,05975, 0,1195 y 0,17925% (fracción metanol:agua), 0,01935, 0,09675, 0,1935 y 0,29025% (fracción metanólica) y 0,00073, 0,00365, 0,0073 y 0,01095% (fracción etérea).

Estas mezclas se prepararon por dilución, a partir de la disolución de mayor concentración de cada fracción. Los tratamientos se compararon con cuatro tratamientos testigo. Uno fue el aceite mineral Aceite Agrícola 81 SC (1,5% v/v) (Mobil Oil Corp., Memphis, Tennessee), de repelencia demostrada (Hilje, inédito). Otro fue el endosulfán (Thiodan 35% CE; Hoechst, Alemania) como testigo químico, que es un insecticida organoclorado, a la dosis recomendada comercialmente (350 g i.a./ L, 2,5 mL/L de agua). Asimismo, se tuvieron dos testigos absolutos, uno tratado con el emulsificante Citowett (0,125 mL/L) respectivo, y otro con solamente agua.

Para los tratamientos de la fracción metanólica se utilizó una mezcla de disolvente (v/v) de 20 mL metanol/ mL 80 agua, para la fracción metanol: agua se utilizó una mezcla de disolvente (v/v) de 50 mL metanol/50 mL agua y para la fracción etérea una mezcla de disolvente (v/v) de 20 mL acetona/80 mL agua.

La preparación de las disoluciones se hizo el mismo día de la aplicación, en agua destilada. El Citowett (BASF, Alemania), que es un agente tensoactivo, se agregó en todos los tratamientos, a la misma dosis, que fue la mitad de la recomendada comercialmente 0,25 mL/L (0,025%), para mejorar su adherencia al follaje.

Con los tres extractos vegetales se realizó un primer experimento basado en el extracto crudo (liofilizado), para poder determinar la dosis mínima en la cual se obtendría la menor cantidad de

adultos posados (y, de ser posible, de huevos depositados y baja mortalidad) y utilizarlo como referente.

Por lo tanto, para el extracto crudo liofilizado de follaje Madero negro se trabajó con una concentración de 1,0% (p/v), del extracto crudo liofilizado de madera Hombre grande se trabajó con una concentración de 0,1% (p/v) y con el extracto crudo liofilizado del fruto de Tacaco cimarrón se trabajó con una concentración de 0,5% (p/v).

Asimismo, partiendo de la dosis mínima obtenida en este primer experimento, se realizó un segundo experimento con las cuatro fracciones de cada extracto, el extracto crudo como testigo a la dosis determinada, para obtener la fracción con el ingrediente activo que provoca el efecto repelente y ovidisuasivo, así como las mejores fracciones por extracto vegetal.

Sustancias puras. En este caso se trabajó con 152 tratamientos, correspondientes a las mismas cuatro concentraciones indicadas previamente, así: 1, 5, 10, 15 mL/L (0,1, 0,5, 1,0 y 1,5% v/v).

Los tratamientos, que también incluyeron al Citowett como adherente, se compararon con los mismos cuatro tratamientos testigo del experimento con los extractos crudos. La preparación de las disoluciones también se hizo el mismo día de la aplicación, en agua destilada.

Escogencia irrestricta. Para este experimento se seleccionaron las dosis más eficaces en los experimentos previos. Se realizó en el invernadero, en macetas descubiertas, para exponer a las plantas a la colonia de *B. tabaci* allí presente. Las macetas, cada una con una planta de tomate, se colocaron sobre una mesa rodeada por plantas infestadas por ninfas y adultos del insecto. Se utilizó un diseño bloques completos al azar, debido a que el número de adultos de *B. tabaci* en cada una de las mesas podía ser diferente, lo cual podría interferir en el análisis final de los datos y por ende en los resultados de cada fracción y sustancia.

Dentro de cada bloque, cada planta recibió el tratamiento respectivo (las dosis pertinentes de cada fracción de los extractos vegetales o sustancia pura), incluyendo un testigo relativo (Sunspray 9E) y un testigo absoluto (agua). Se colocaron sobre la mesa 30 min después de asperjadas. Tanto las fracciones de los extractos vegetales como las sustancias puras se asperjaron de manera similar al experimento de escogencia restringida.

Para estos experimentos se seleccionaron las mejores fracciones de los extractos de follaje Madero negro, madera Hombre grande y fruto de Tacaco cimarrón, con sus mejores dosis y las cuatro mejores sustancias puras y las dosis más eficaces obtenidas del experimento de escogencia restringida.

Por lo tanto, se evaluaron los siguientes tratamientos. Del follaje de Madero negro se evaluaron las fracciones acuosa al 1,5%, metanol: agua al 0,5%, metanólica al 0,1% y etérea al 1,5%. De la madera de Hombre grande se evaluaron las fracciones acuosa al 1,0%, metanol: agua al 0,5%, metanólica al 0,1% y etérea al 0,5%. Del fruto de Tacaco cimarrón se evaluaron las fracciones acuosa al 0,5%, metanol: agua al 0,5%, metanólica al 0,5% y etérea al 0,5%.

Las sustancias puras evaluadas fueron: cinamaldehído al 0,5%, perialdehído al 0,5%, 1-hexanal al 1% y Z-3-hexen-1-al al 0,5%. Estas se asperjaron directamente sobre las plantas de tomate provocando una fitotoxicidad en el follaje. Por lo que se evaluaron estas mismas sustancias en forma pura en una formulación de dispensadores de liberación controlada.

Los tratamientos se compararon con dos tratamientos testigo: un testigo relativo, que fue el aceite mineral Sunspray 9E (1,5% v/v) (Sun Co., Philadelphia) y un testigo absoluto, con solamente agua.

La preparación de las disoluciones se hizo el mismo día de su aplicación, siguiendo el mismo procedimiento descrito en el experimento de escogencia restringida.

En el caso de las sustancias puras preparadas en dispensadores de liberación controlada, a cada planta de tomate se le colocó al lado una estaca que sostenía un dispositivo con el tratamiento respectivo y estas también fueron comparadas con testigo relativo (Sunspray 9E) y uno absoluto (agua).

5.4. Variables de respuesta

En el experimento de *escogencia restringida*, para determinar si existía *disuasión* o *repelencia*, se utilizó como criterio el número de adultos de *B. tabaci* posados sobre cada una de las dos plantas (tratada vs. testigo), 48 h después de aplicada cada fracción de los extractos vegetales o las sustancias puras. Estos se contaron entre las 10-12 h, cuando la actividad del insecto es menor. El criterio para la *ovidisuasión* fue el número de huevos depositados en una hoja de cada planta, hasta las 48 h, para lo cual se utilizó un estereoscopio. La *mortalidad* se determinó contando el número total de adultos vivos dentro de cada jaula, hasta las 48 h, y la comparación se hizo entre jaulas, independientemente de la planta donde estuvieron posados los adultos. Es decir, la unidad experimental fue la jaula y no la maceta con cada planta.

En el experimento de *escogencia irrestricta*, se registró el número de adultos posados en las hojas asperjadas, a 1, 2, 8 y 15 días después de aplicado cada fracción de los extractos vegetales o las sustancias puras. El número de ninfas (ínstares I y II) se contó a los 15 días en una cuadrícula de 1 cm² de una de las tres hojas, utilizando un estereoscopio.

En el caso de las sustancias puras formuladas en dispensadores de liberación controlada el registro del número de adultos posados sobre las hojas se realizó a 1, 2, 8, 15 y 22 días después de colocado dicho dispositivo. En este experimento no hubo recuento de ninfas porque las plantas presentaron un desarrollo muy limitado y algunas fueron afectadas por hongos.

5.5. Análisis estadístico

Para determinar la fagodisuasión o repelencia, así como la ovidisuasión. En ambos tipos de experimentos (escogencia restringida y escogencia irrestricta), el número de adultos y de huevos presentes en cada planta dentro de cada jaula se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), y las medias de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia de 0,05%, utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute 1985, López *et al.* 2001). Para determinar la mortalidad, el número total de adultos vivos en cada jaula (en ambas plantas) se sometieron a un ANDEVA, y las medias se compararon mediante la prueba de Duncan. Para el análisis, cuando fue pertinente, los datos fueron transformaron a $\sqrt{x+50}$.

Para el análisis de los experimentos de *escogencia irrestricta*, debido a que los coeficientes de variación son altos (> 20%), se procedió a transformar los datos a logaritmos, esto con el propósito de estabilizar la varianza y así cumplir con los supuestos del ANDEVA: distribución normal de los residuos e igualdad de variancias de los tratamientos (homocedasticidad). En todos los casos, estos supuestos fueron verificados.

El modelo estadístico para el experimento de *escogencia restringida* fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_j + e_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta para el i -ésima repetición, bajo el j -ésimo tratamiento.

μ = Media general del experimento

t_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental

Para el experimento de *escogencia irrestricta*, el modelo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + e_{ij} + M_k + M t_{jk} + e_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta para el i -ésima repetición, bajo el j -ésimo tratamiento.

μ = Media general del experimento

β_i = Observación en el i -ésimo bloque

t_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental

M_k = Efecto de la k -ésima medición

$M t_{jk}$ = Efecto la interacción de la k -ésima medición y del j -ésimo tratamiento

e_{ijk} = Error de medición.

VI RESULTADOS

6.1. Extractos vegetales

6.1.1. Experimentos de escogencia restringida

Madero negro

El primer experimento se hizo con el extracto crudo liofilizado, para determinar la dosis mínima a la cual se obtendría la menor cantidad de adultos posados y huevos depositados, así como la menor mortalidad. Hubo menor número de adultos posados en el follaje ($p < 0,05$) en las plantas tratadas con el extracto al 1 y 1,5% (Fig. 5A), con una tendencia análoga a la del tratamiento con efecto fagodisuasivo conocido (aceite agrícola).

En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con el extracto (Fig. 5B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 1 y 1,5%, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola mostró evidencias tanto de fagodisuasión (por el menor número de adultos posados) como de ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto (agua) ni el insecticida (endosulfán) mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión, aunque con el agente tensoactivo (Citowett) hubo menos adultos posados ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión.

En relación con la mortalidad (revelada por el número de adultos sobrevivientes hasta las 48 h), hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 5C). En un grupo se ubicaron las dosis al 0,5 y 1,5%, junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon esas dos dosis del extracto más las otras dos, el aceite y el citowett. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

En el segundo experimento, para determinar la fracción con el ingrediente activo que provoca el efecto disuasivo, se incluyeron las cuatro fracciones y el extracto crudo (a la dosis mínima que causó dicho efecto en el primer experimento, que en este caso fue de 1%). Hubo menor número de adultos posados con las fracciones acuosa y metanólica (Fig. 6A), así como con el aceite agrícola y el extracto crudo ($p < 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia únicamente con la fracción acuosa al 1% ($p < 0,05$) (Fig. 6B), con una tendencia análoga al aceite agrícola y al extracto crudo. Por su parte, ni los testigos (metanol:agua y acetona:agua) ni el insecticida (endosulfán) redujeron el número de adultos posados ni causaron ovidisuasión, aunque con los testigos (agua y metanol) hubo menos adultos posados ($p < 0,05$), aunque no ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 6C), uno conformado por el endosulfán solo, y el otro con todos los demás tratamientos.

Al analizar las diferentes dosis de la fracción acuosa, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 7A), aunque al 1 y 1,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Con el testigo absoluto se dio una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su existencia con la fracción acuosa (Fig. 7B). Hubo menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas al 1 y 1,5%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cambio, con el extracto crudo hubo menos adultos posados y ovidisuasión ($p < 0,05$). Con el aceite agrícola hubo menos adultos posados y huevos depositados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Por otra parte, ni el testigo absoluto ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 7C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis de la fracción (0,1, 0,5, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el extracto crudo ($p > 0,05$). En el segundo se agruparon las cuatro dosis, el aceite y el extracto crudo, y el último grupo lo conformaron tres dosis (0,5, 1 y 1,5%), el aceite, el extracto crudo y el endosulfán.

Al evaluar la fracción metanólica, hubo menor número de adultos posados con todas las dosis aplicadas ($p < 0,05$) (Fig. 8A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia en todas las dosis ($p < 0,05$) (Fig. 8B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Ni los testigos (agua, metanol) ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 8C). En un grupo se ubicaron tres dosis de la fracción (0,1, 0,5 y 1,5%) junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$), mientras en el segundo se agruparon tres dosis (0,1, 0,5 y 1%), el aceite, el agua y el metanol. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al analizar la fracción metanol:agua, hubo menos adultos posados en las plantas solamente al 0,5 y 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 9A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia al 0,5 y 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 9B). El aceite agrícola causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión. Por su parte, ni los testigos (agua y metanol:agua) ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

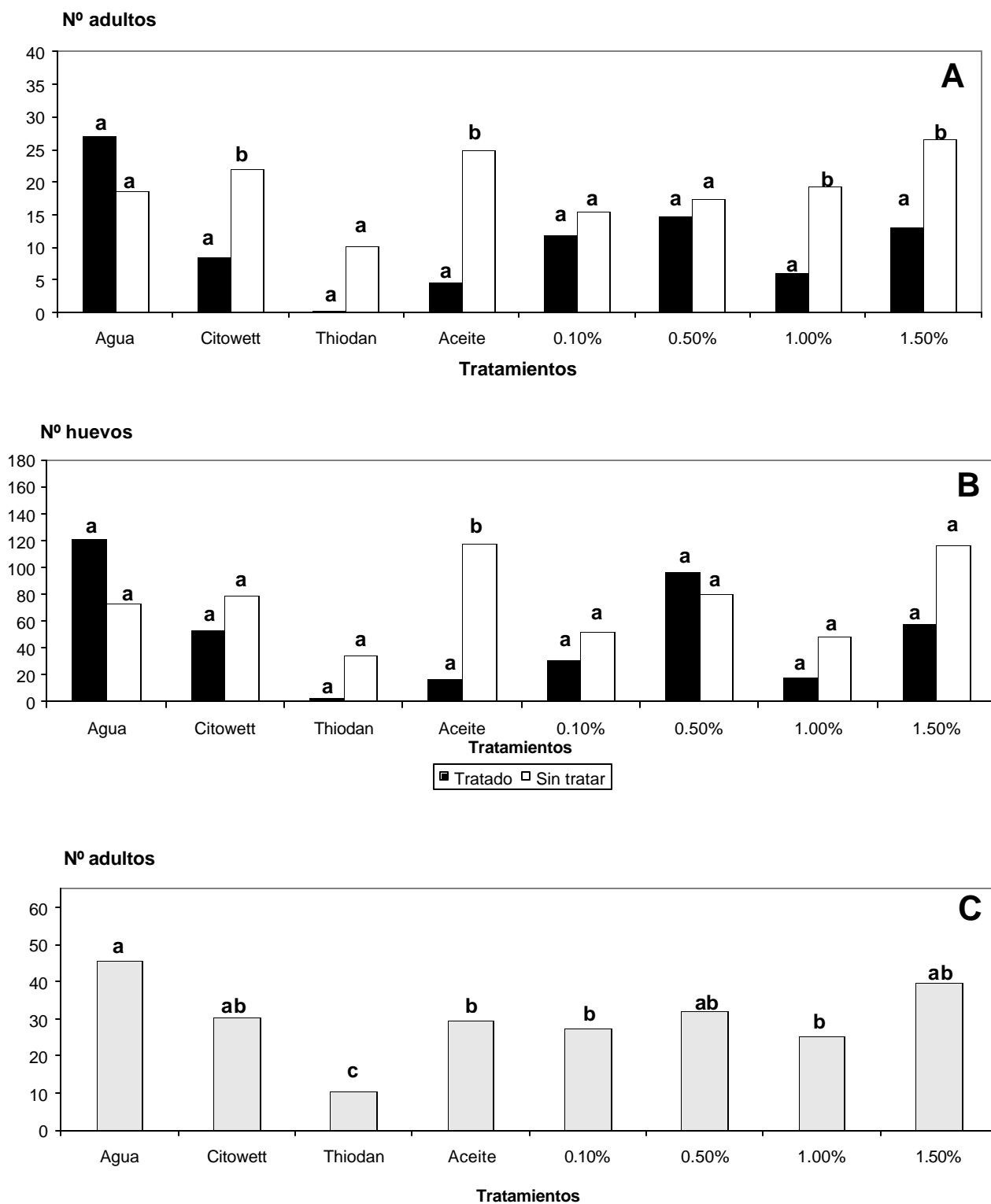


Figura 5. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de madero negro (*G. sepium*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

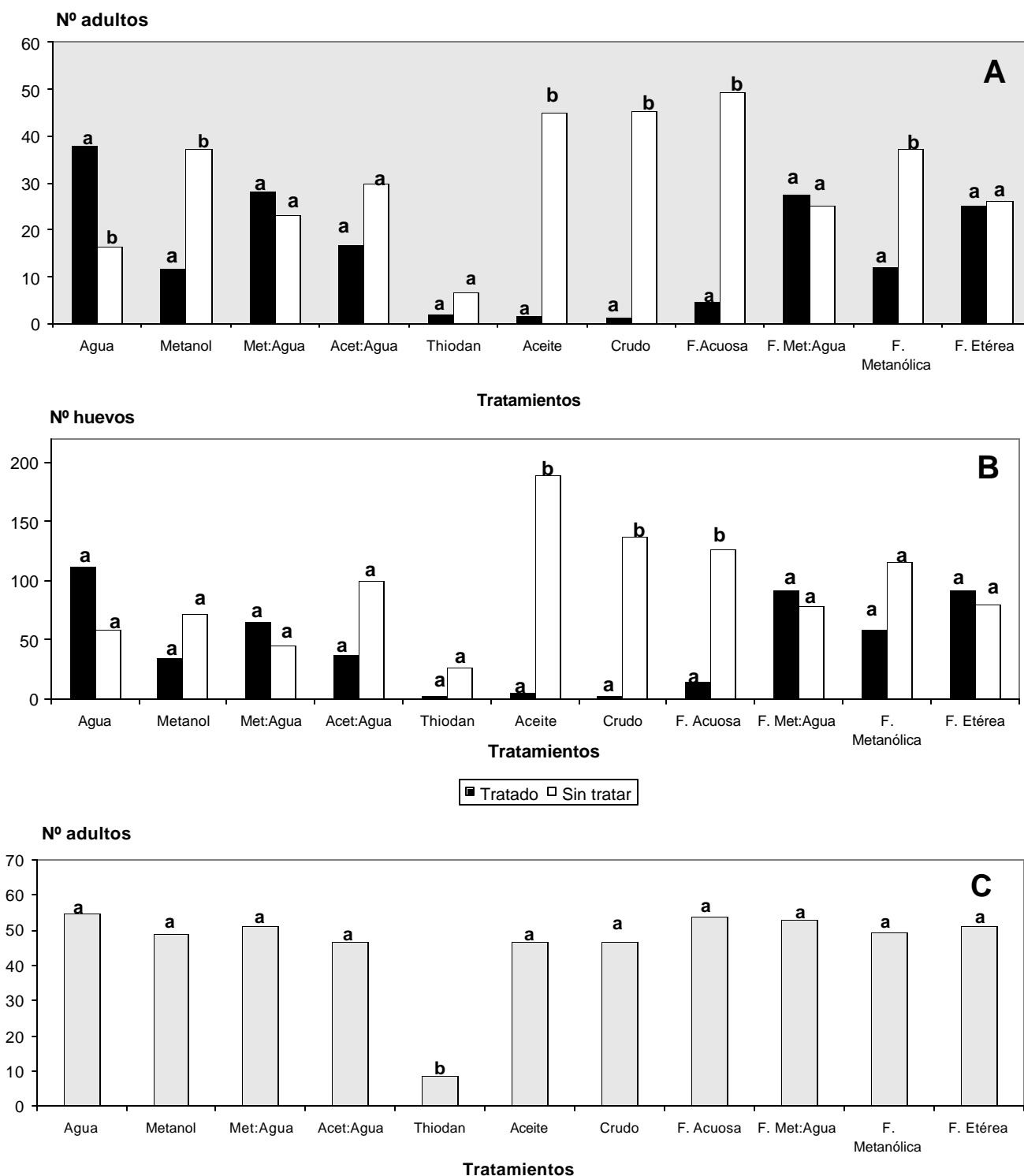


Figura 6. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de madero negro (*G. sepium*) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea), todos al 1%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

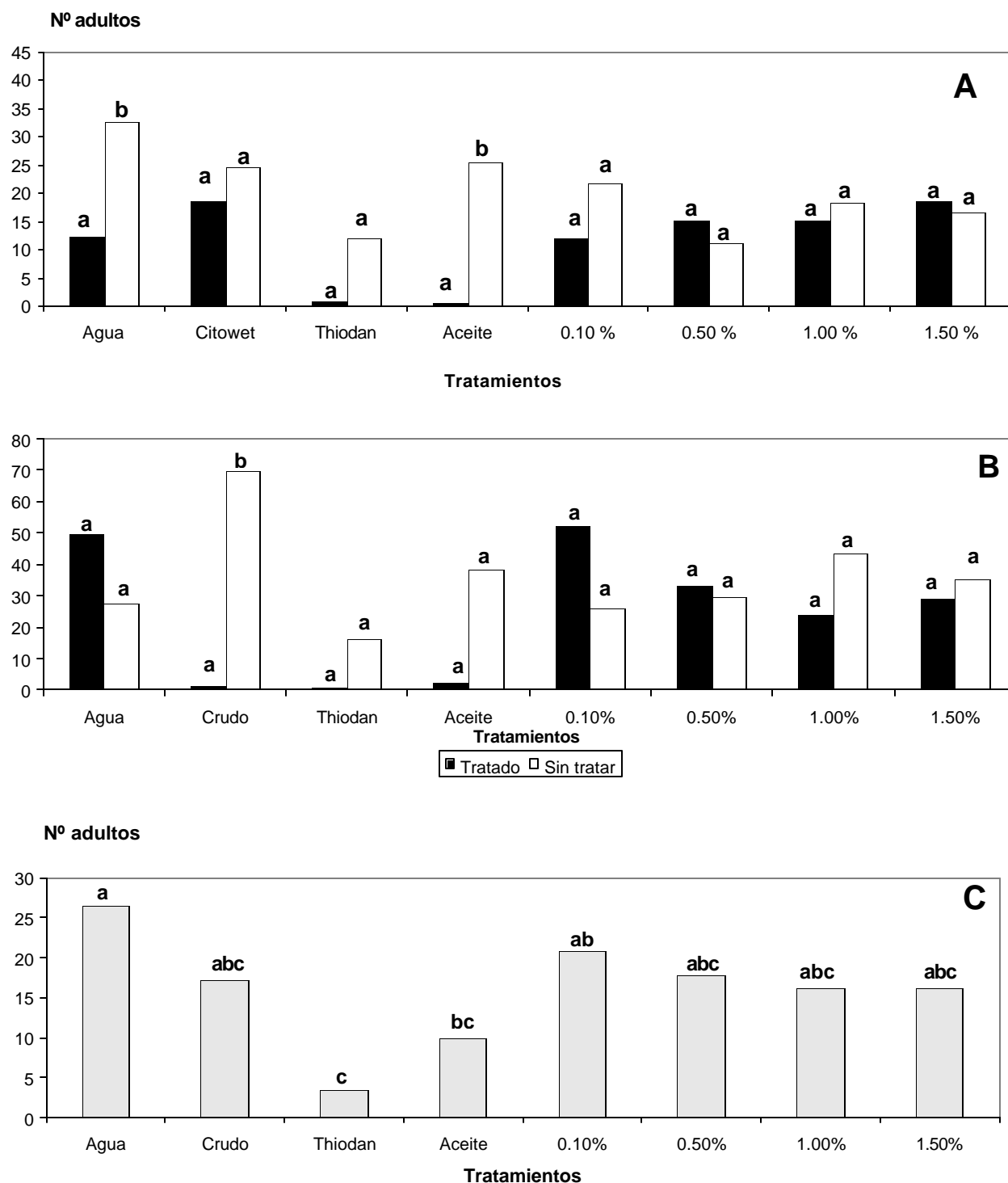


Figura 7. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción acuosa de madero negro (*G. sepium*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

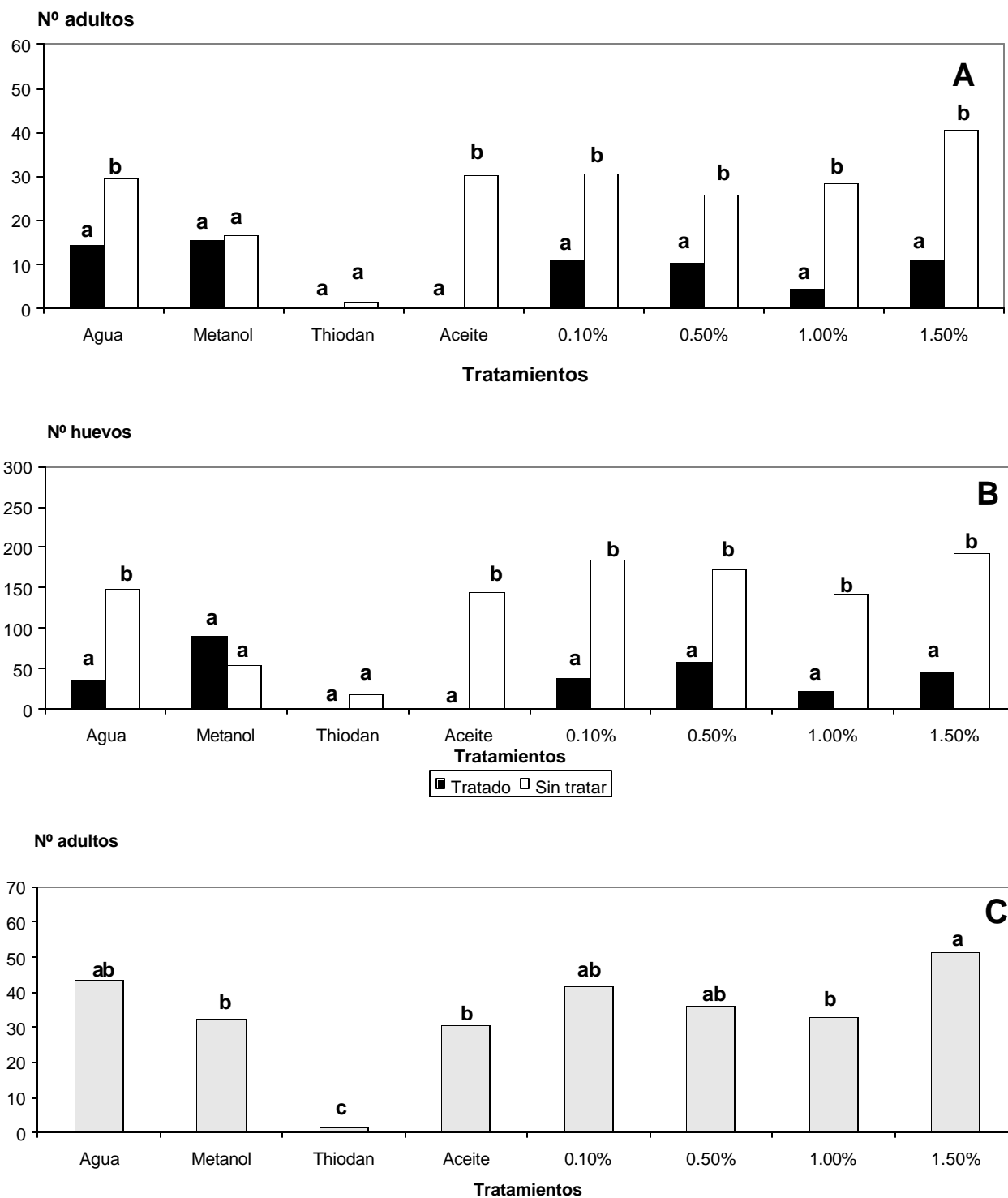


Figura 8. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción metanólica de madero negro (*G. sepium*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

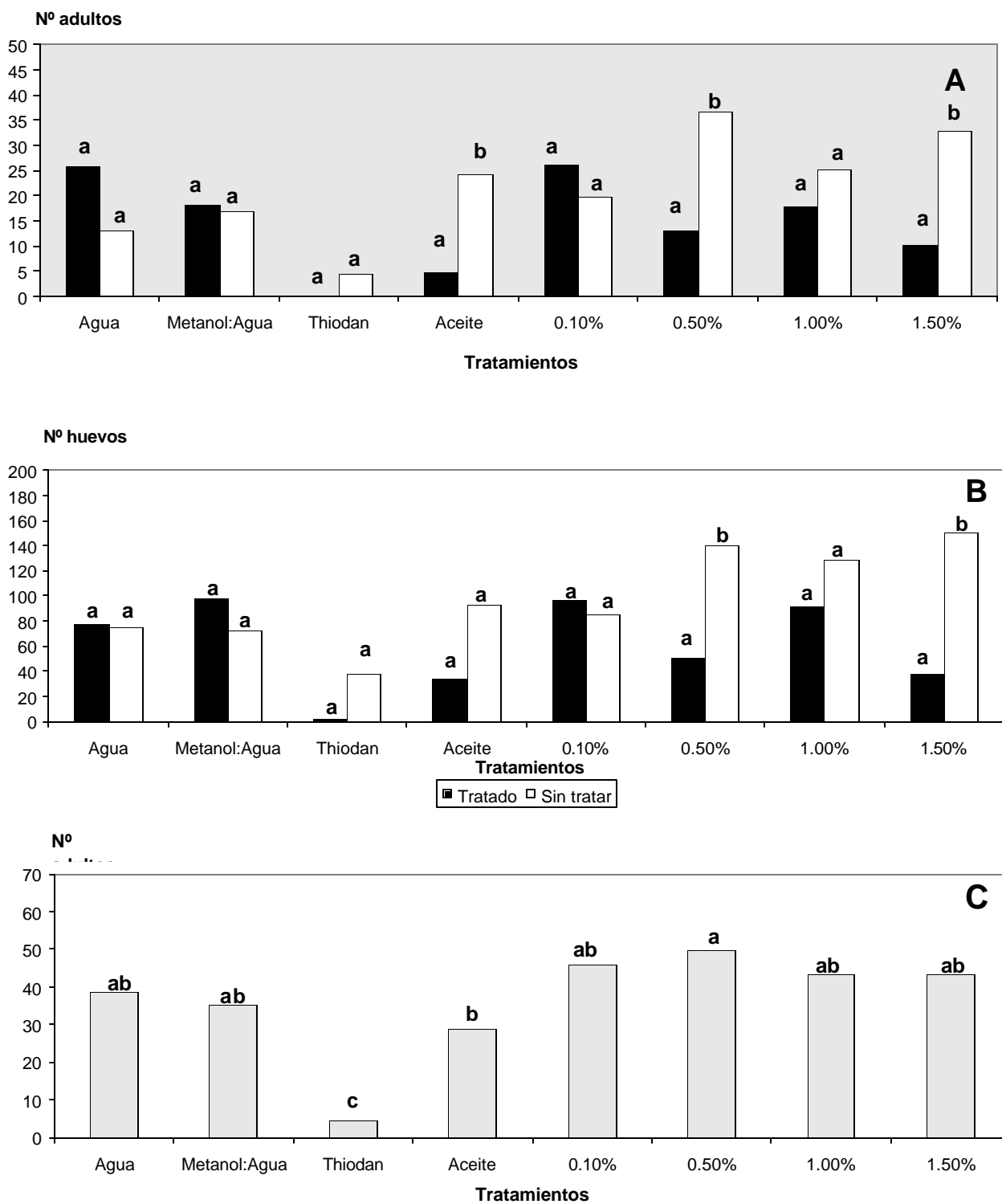


Figura 9. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción metanol:agua (1:1) de madero negro (*G. sepium*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

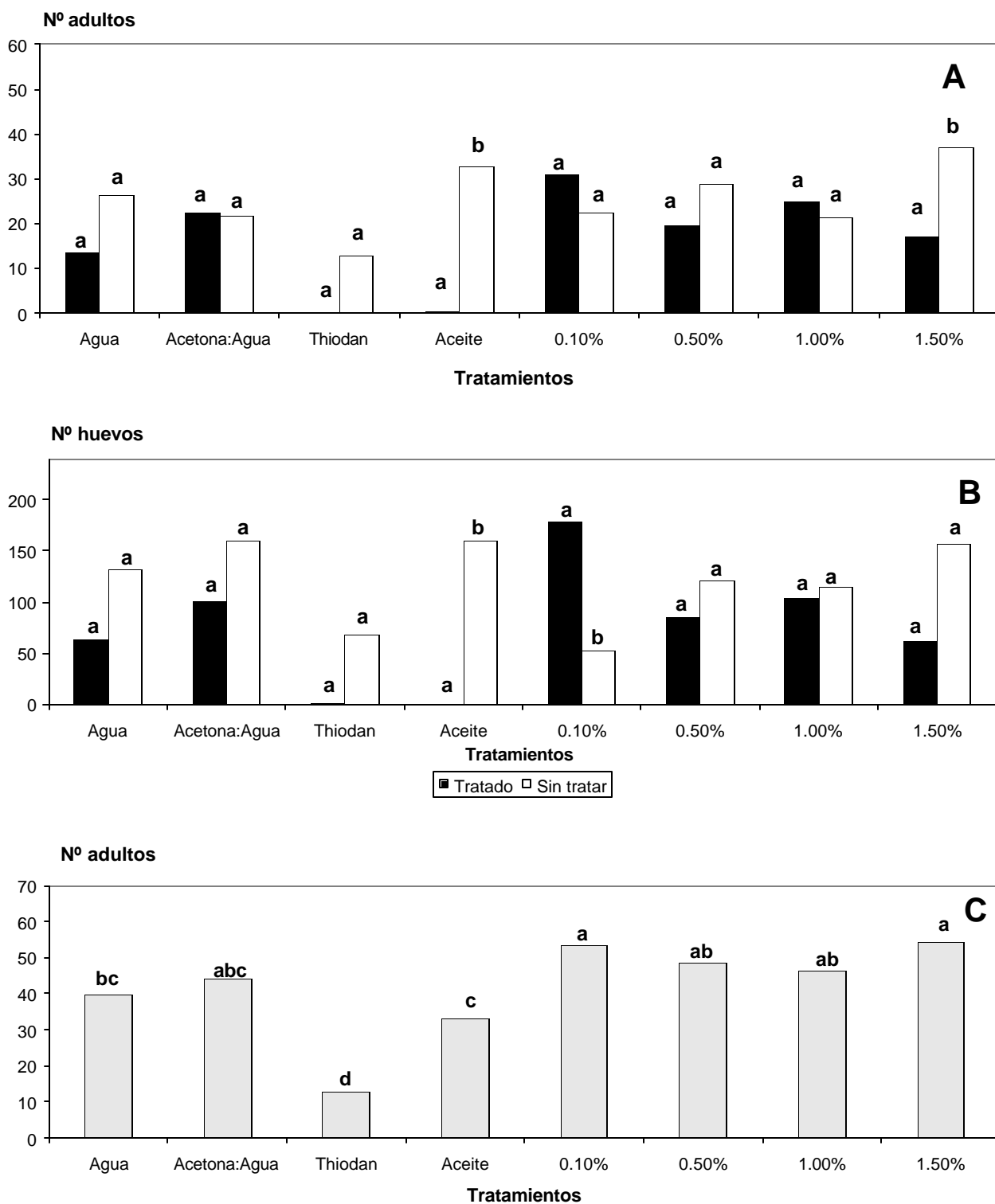


Figura 10. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado la fracción etérea de madero negro (*G. sepium*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 9C). En uno quedaron incluidas todas las dosis de la fracción, junto con dos testigos (agua y metanol:agua), mientras que en el segundo se agruparon solo tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), el aceite, el metanol:agua, y el testigo absoluto. El último estuvo conformado solo por el endosulfán.

Al evaluar la fracción etérea, hubo menos adultos posados solamente al 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 10A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su existencia con la fracción. Al 0,1% sí hubo evidencia, pero la respuesta fue inversa, con el menor número de adultos en las plantas sin tratar ($p < 0,05$) (Fig. 10B). Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 1,5%, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni los testigos (agua y acetona:agua) ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo cuatro grupos de tratamientos (Fig. 10C). En un primer grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con un testigo (acetona:agua) ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se reunieron dos dosis (0,5 y 1%) y dos testigos (agua y acetona:agua), y en el tercero se agruparon el agua, el acetona:agua y el aceite. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Hombre grande

Con el extracto crudo liofilizado la menor cantidad de adultos posados en el follaje de las plantas tratadas reveló que hubo fagodisuasión en todas las dosis aplicadas ($p < 0,05$) (Fig. 11A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola.

En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia en todas las dosis aplicadas (Fig. 11B), con una tendencia similar a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión, aunque con el Citowett hubo menos adultos posados y también ovidisuasión ($p < 0,05$).

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 11C). En el primer grupo se ubicaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), junto con el agua, el aceite y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon tres dosis (0,5, 1 y 1,5%) y el tercer grupo lo conformaron dos dosis (0,5 y 1%) y el endosulfán.

En el experimento para determinar el ingrediente activo que provoca el efecto disuasivo se incluyeron las cuatro fracciones y el extracto crudo (a una dosis de 0,1%, que fue la dosis mínima que causó dicho

efecto en el primer experimento). Hubo menor número de adultos posados con las fracciones metanólica y etérea (Fig. 12A), así como en el extracto crudo, un testigo (acetona:agua) y el aceite agrícola ($p < 0,05$).

Para la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su presencia en ninguna de las fracciones (Fig. 12B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas con las fracciones metanol:agua, metanólica y etérea, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cambio, el extracto crudo, el aceite agrícola y el testigo (acetona:agua) mostraron tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por otra parte, ni los testigos (agua, metanol y metanol:agua) ni el endosulfán redujeron el número de adultos posados ni causaron ovidisuasión.

En cuanto a la mortalidad, hubo cinco grupos de tratamientos (Fig. 12C). En un primer grupo se ubicó únicamente la fracción acuosa. En el segundo se agruparon las fracciones metanol:agua y etérea, los testigos (agua, metanol, metanol:agua y acetona:agua) y el extracto crudo ($p > 0,05$). En el tercer grupo se ubicaron las fracciones metanol:agua, metanólica y etérea, dos testigos (metanol:agua y acetona:agua) y el extracto crudo. En el cuarto grupo quedaron las fracciones metanol:agua y etérea, el testigo (acetona:agua) y el extracto crudo. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al analizar la fracción acuosa, hubo menor número de adultos posados a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 13A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola y al extracto crudo.

Para la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con la fracción (Fig. 13B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 1 y 1,5%, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). El aceite agrícola y el extracto crudo mostraron tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 13C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con el testigo absoluto y el aceite agrícola ($p > 0,05$), mientras que en el segundo grupo se ubicó únicamente el extracto crudo. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al evaluar la fracción metanol:agua, hubo menor número de adultos posados a tres dosis (0,5, 1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 14A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia a tres dosis (0,1, 1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 14B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Ni los testigos (agua, metanol:agua), el aceite agrícola ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión ($p < 0,05$).

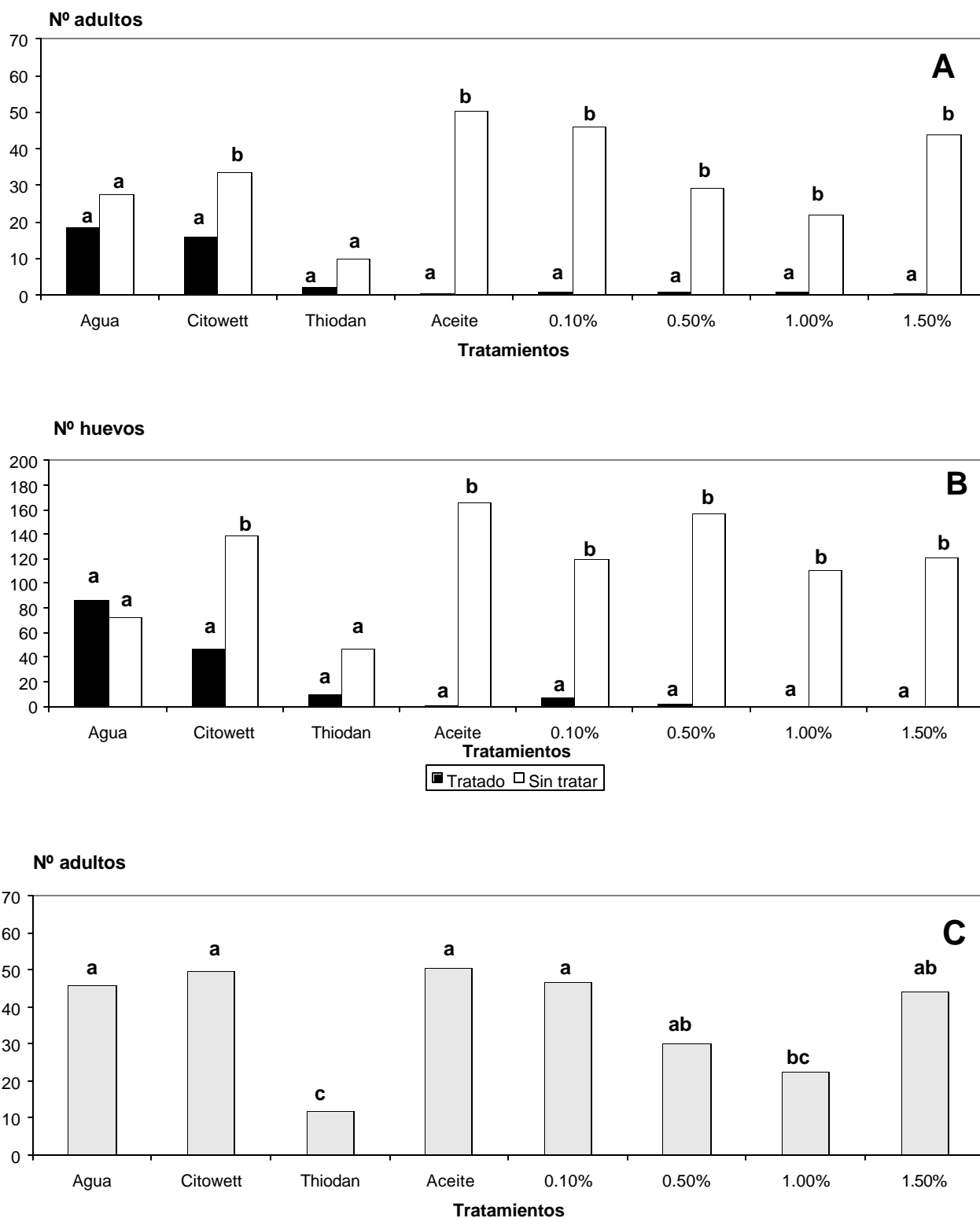


Figura 11. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de hombre grande (*Q. amara*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

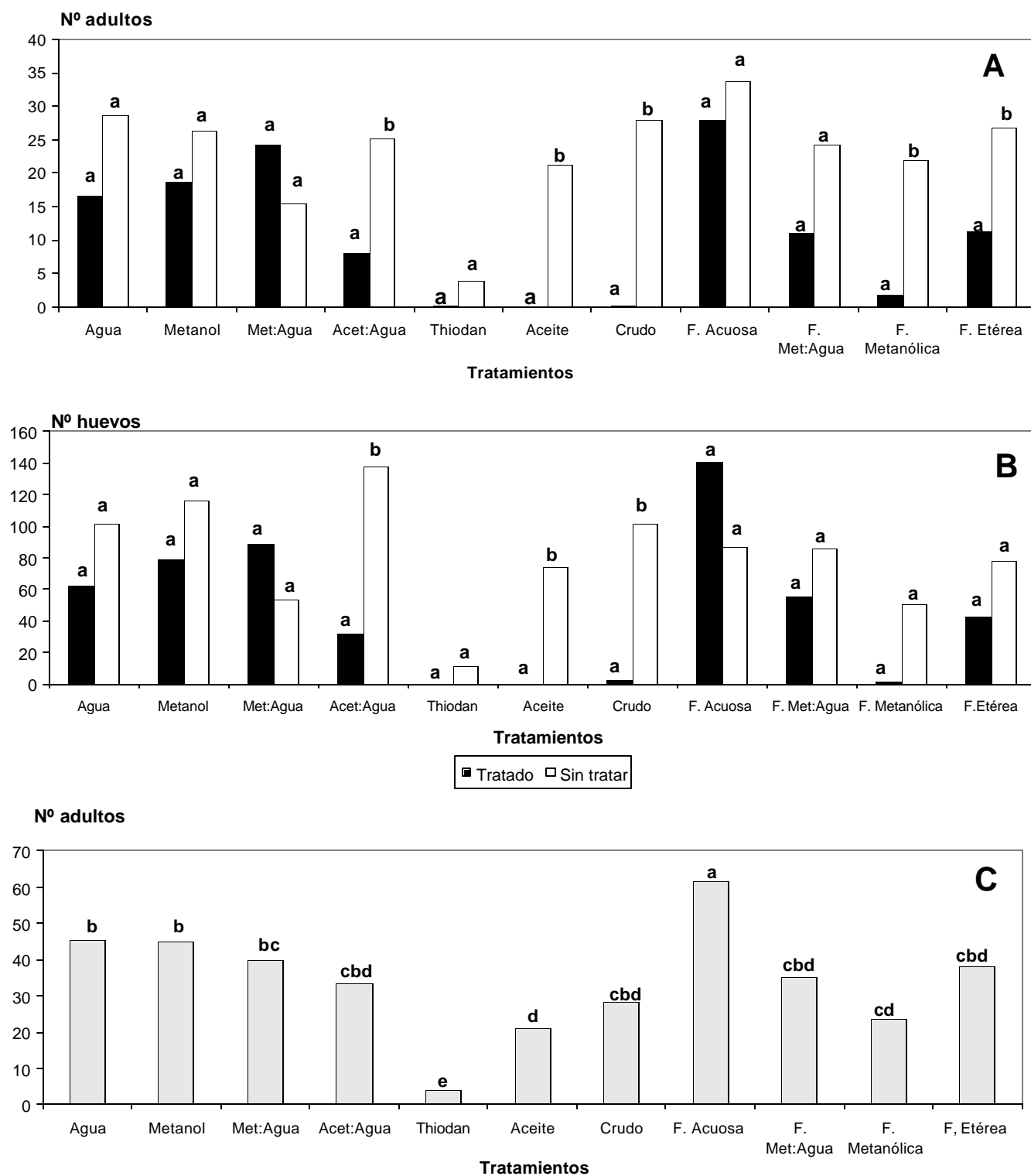


Figura 12. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de hombre grande (*Q. amara*) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea), todos al 0.1%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

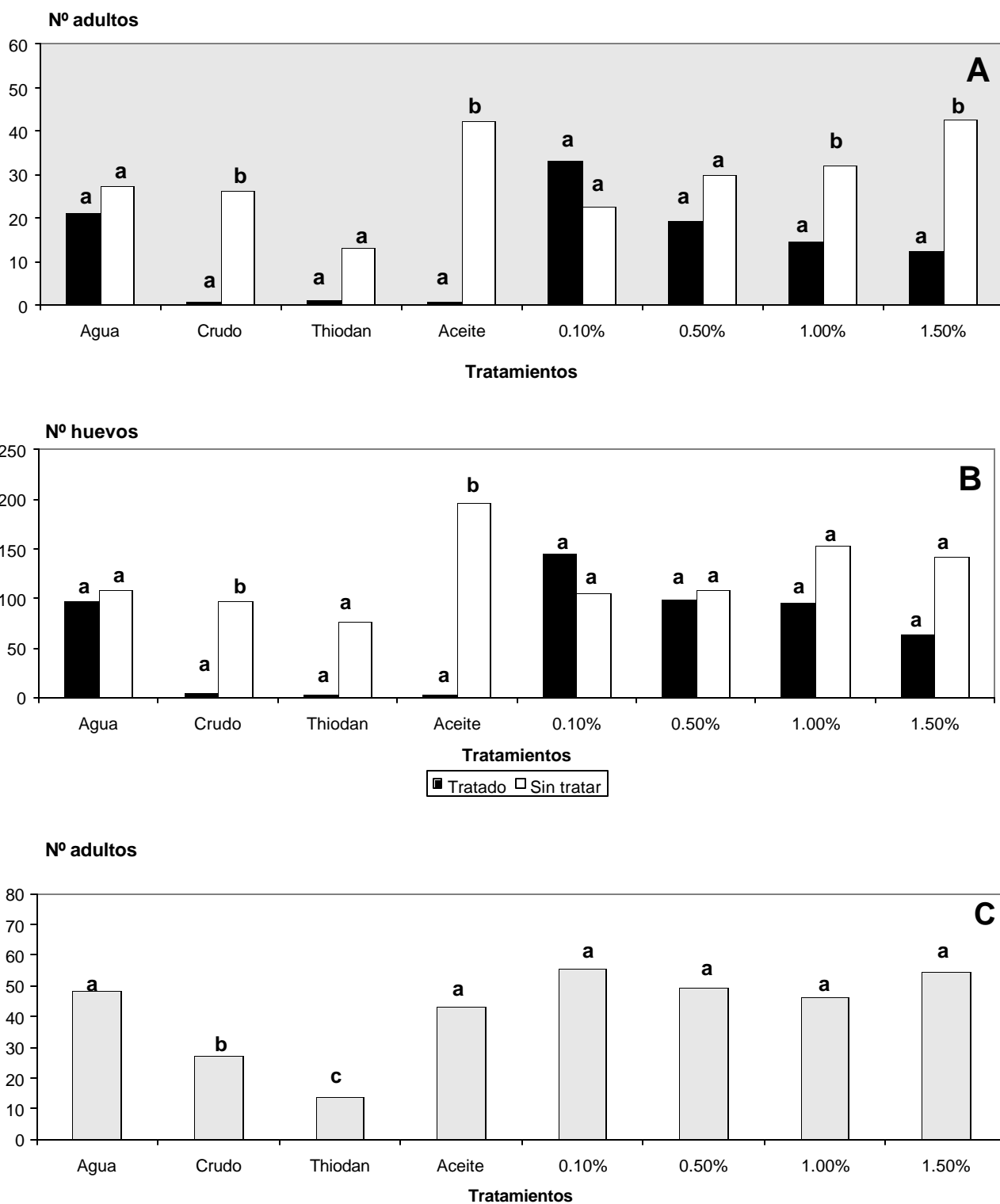


Figura 13. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción acuosa de hombre grande (*Q. amara*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

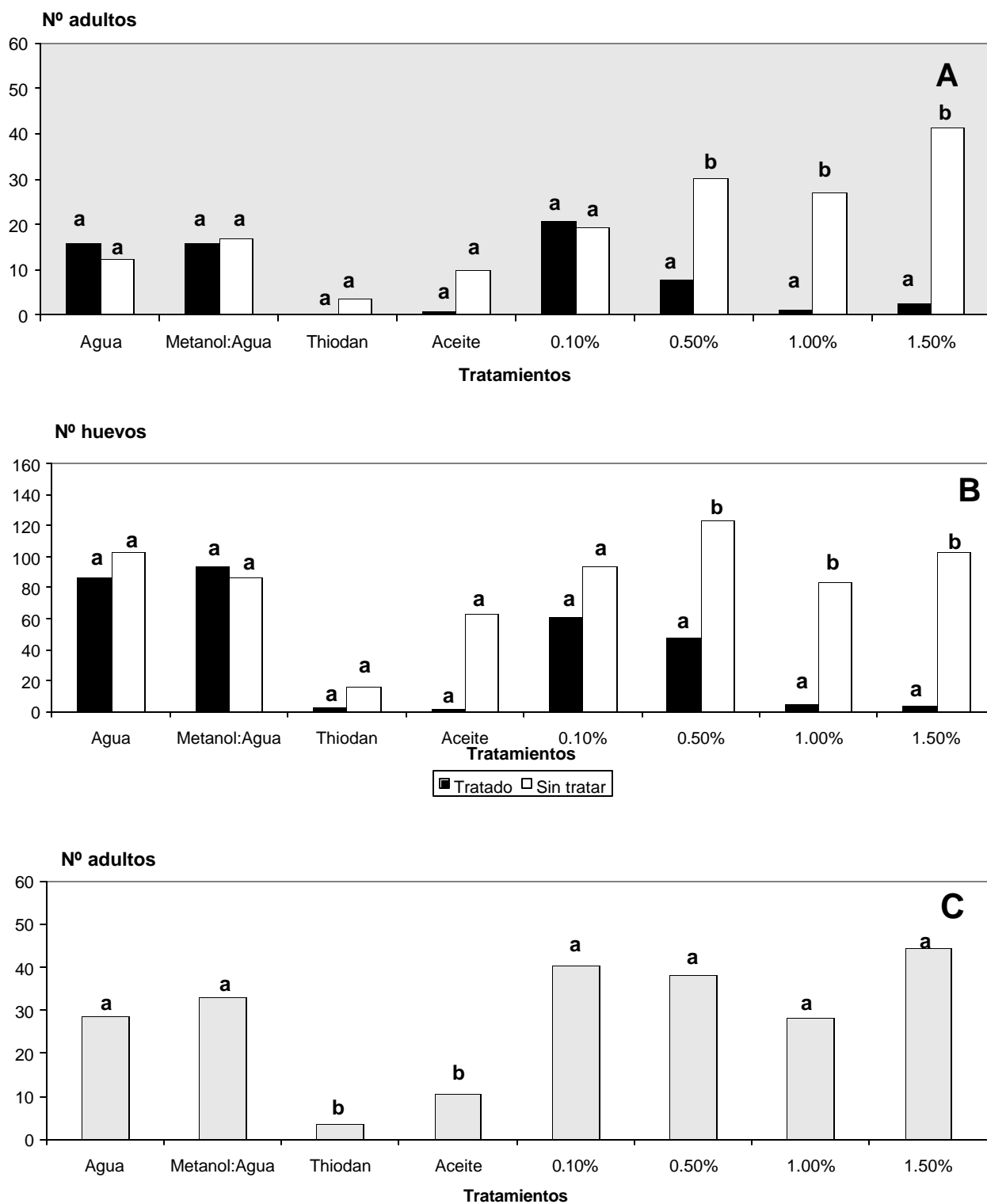


Figura 14. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanol:agua (1:1) de hombre grande (*Q. amara*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

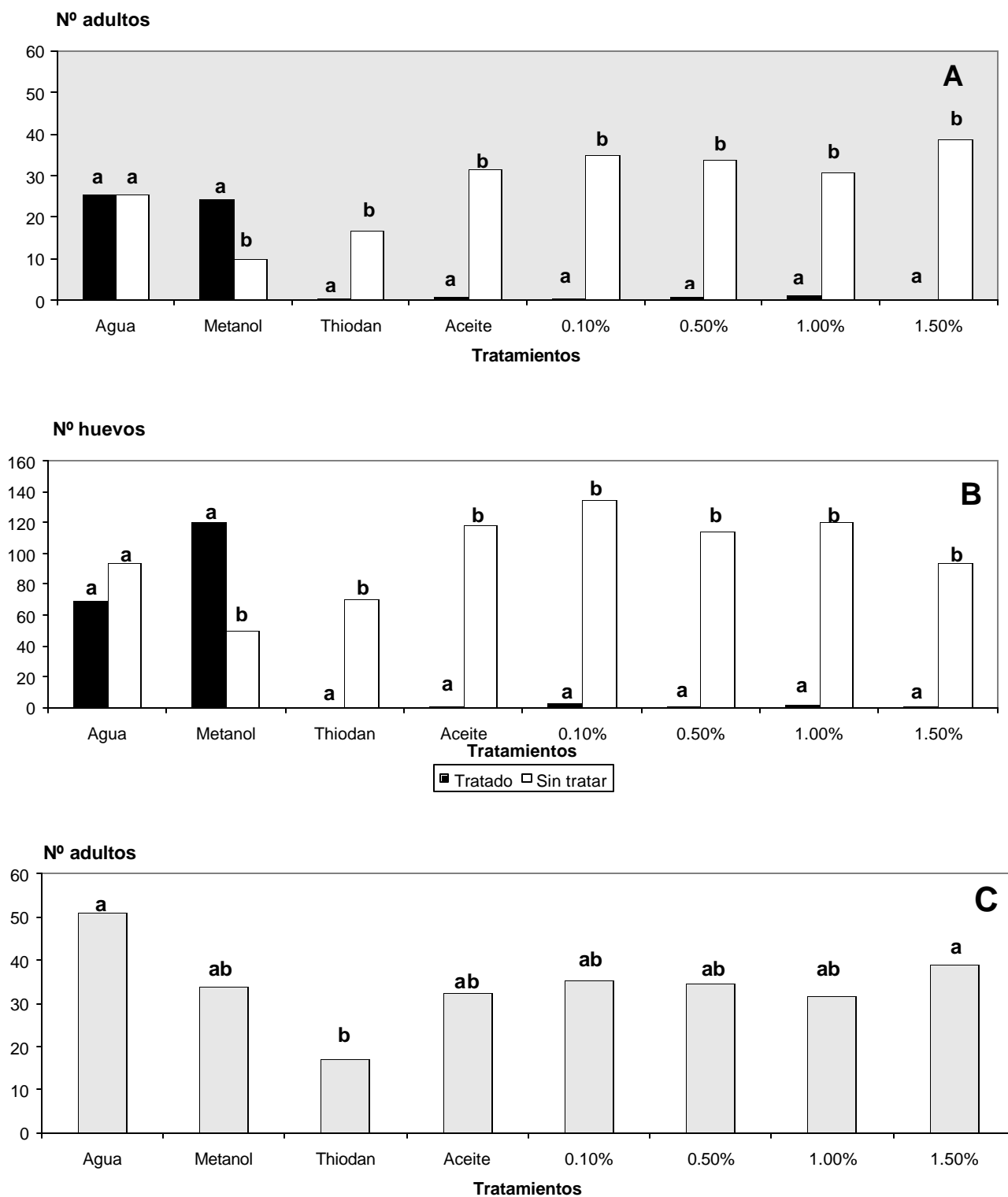


Figura 15. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanólica de hombre grande (*Q. amara*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

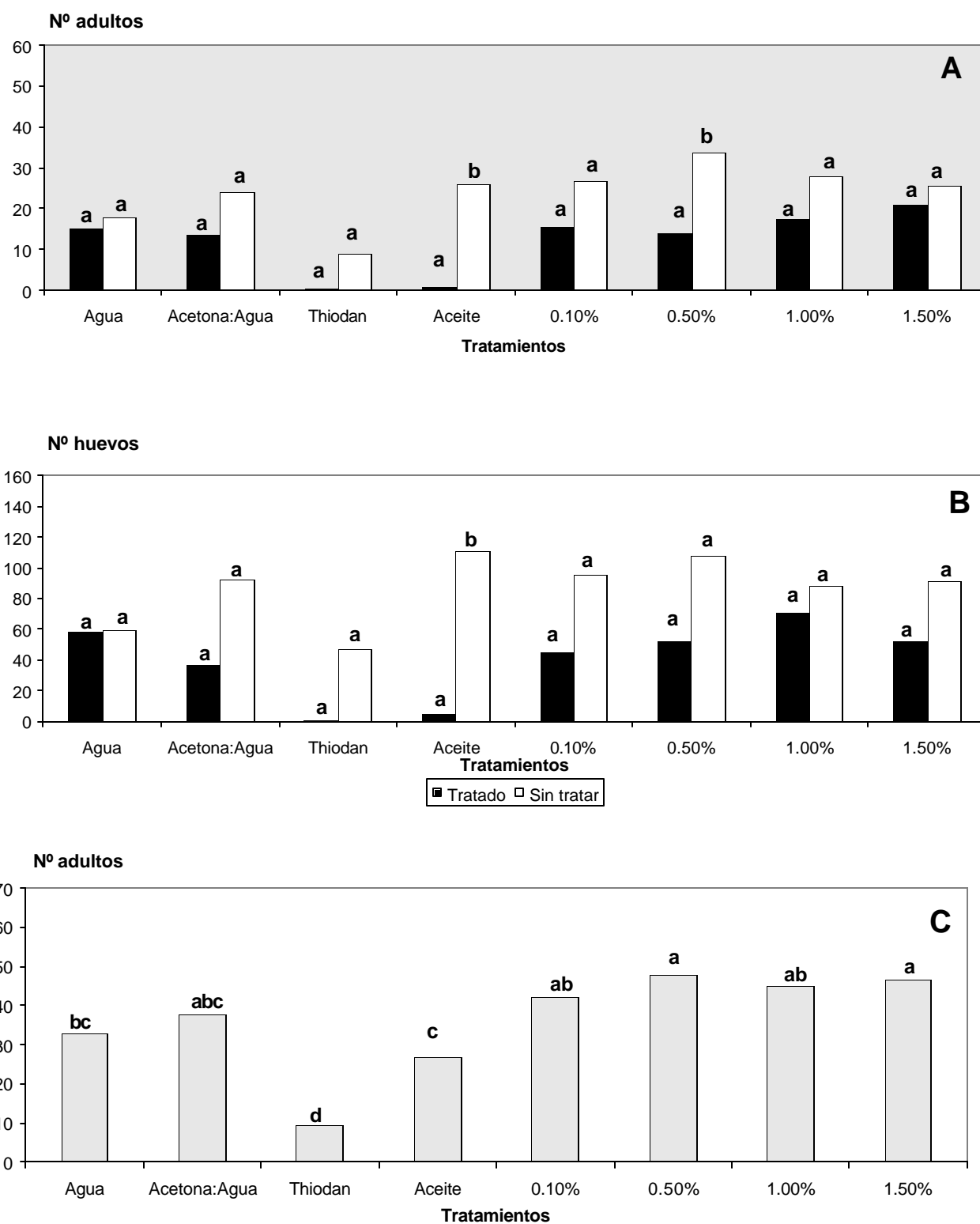


Figura 16. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción etérea de hombre grande (*Q. amara*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 14C). En un primer grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con los testigos (agua y metanol:agua) ($p > 0,05$), mientras que el segundo lo conformaron el aceite agrícola y el endosulfán.

Al evaluar la fracción metanólica, hubo menor número de adultos con todas las dosis aplicadas ($p < 0,05$) (Fig. 15A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia en todas las dosis ($p < 0,05$). (Fig. 15B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cambio, el aceite agrícola y el endosulfán mostraron tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, el testigo absoluto tampoco presentó evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión ($p > 0,05$). Con el testigo metanol:agua se dio una respuesta inversa, con el menor número de adultos en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 15C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con los testigos (agua y metanol) y el aceite agrícola ($p > 0,05$). El segundo grupo lo conformaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1%), el metanol, el aceite agrícola y el endosulfán.

Al analizar la fracción etérea, hubo menos adultos posados en las plantas solamente al 0,5% ($p < 0,05$) (Fig. 16A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con la fracción (Fig. 16B), y hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni los testigos (agua y acetona:agua) ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión ($p > 0,05$).

En relación con la mortalidad, hubo cuatro grupos de tratamientos (Fig. 16C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con el testigo acetona:agua ($p > 0,05$); en el segundo grupo estuvieron dos dosis (0,1 y 1%), el agua y la acetona:agua; en el tercer grupo se ubicaron la acetona:agua y el aceite agrícola; y el último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Tacaco cimarrón

Con el extracto crudo liofilizado, hubo menor número de adultos posados en el follaje ($p < 0,05$) en las plantas tratadas con el extracto en todas las dosis (Fig. 17A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola.

En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia en todas las dosis aplicadas ($p < 0,05$) (Fig. 17B), con una tendencia similar a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión (p

< 0,05). Ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 17C). En el primer grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con los testigos agua y acetona:agua ($p > 0,05$), en el segundo grupo se agruparon tres dosis (0,5, 1 y 1,5%), el aceite y el agua. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

En el experimento para determinar el ingrediente activo que provoca el efecto disuasivo se incluyeron las cuatro fracciones y el extracto crudo (a una dosis de 0,5%, que fue la dosis mínima que causó dicho efecto en el primer experimento). No hubo evidencia de efecto fagodisuasivo en las fracciones ni en el extracto crudo ($p > 0,05$) (Fig. 18A), aunque hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas con la fracciones acuosa, metanol:agua y etérea, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia en ninguna de las cuatro fracciones ($p > 0,05$) (Fig. 18B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas con las fracciones acuosa, metanólica y etérea, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni los testigos (agua, metanol, metanol:agua y acetona), el extracto crudo ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 18C). En un grupo se ubicaron las cuatro fracciones, junto con los testigos (agua, metanol, metanol:agua y acetona), el aceite agrícola y el extracto crudo. El segundo grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al analizar la fracción acuosa, hubo menos adultos posados en las plantas a tres dosis (0,5, 1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 19A), con una tendencia análoga al aceite agrícola. Al 0,1% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

Para la posible ovidisuasión hubo evidencia solamente al 0,5% ($p < 0,05$) (Fig. 19B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto, el endosulfán ni el extracto crudo mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 19C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con el testigo absoluto, el aceite agrícola y el extracto crudo. El segundo grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al evaluar la fracción metanol:agua, hubo menos adultos posados en las plantas a dos dosis (0,5 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 20A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia solamente al 0,5% ($p < 0,05$) (Fig. 20B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 1,5%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni los testigos agua y metanol:agua, ni el endosulfán, mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 20C). En el primer grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con los testigos agua y metanol:agua ($p > 0,05$); en el segundo se agruparon la dosis 1%, el aceite, los testigos agua y metanol:agua; y el último grupo lo conformaron el aceite y el endosulfán.

Al analizar la fracción metanólica, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 21A), aunque al 1,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero sin diferencias significativas ($p > 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia solamente al 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 21B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Por su parte, ni los testigos (agua y metanol) ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 21C). En el primer grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con los testigos agua y metanol ($p > 0,05$); en el segundo se agruparon las dosis 1 y 1,5%, el aceite, los testigos agua y metanol; y el último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al evaluar la fracción etérea, hubo menos adultos posados en tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 22A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Al 1% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

Para la posible ovidisuasión hubo evidencia a tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 22B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas

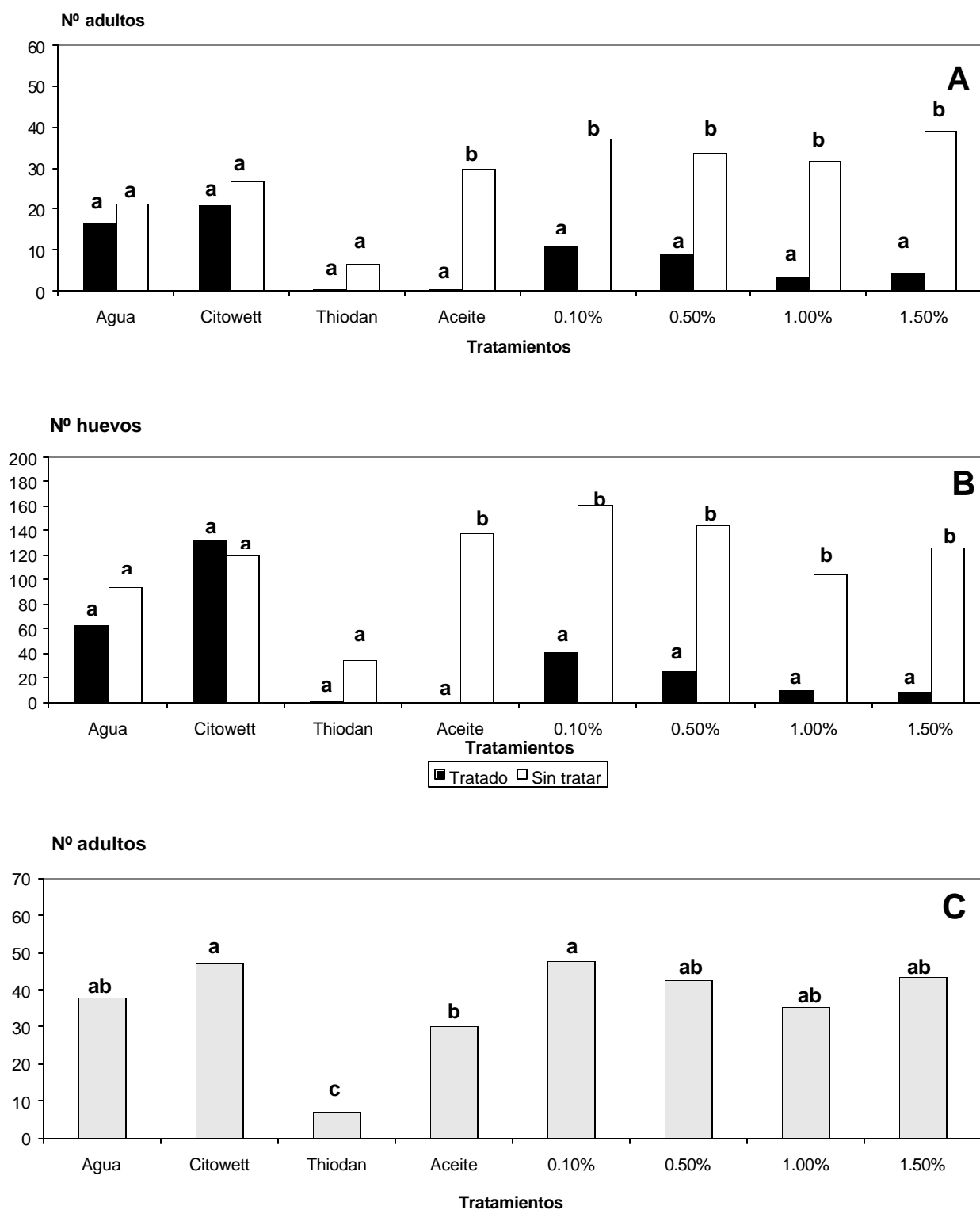


Figura 17. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

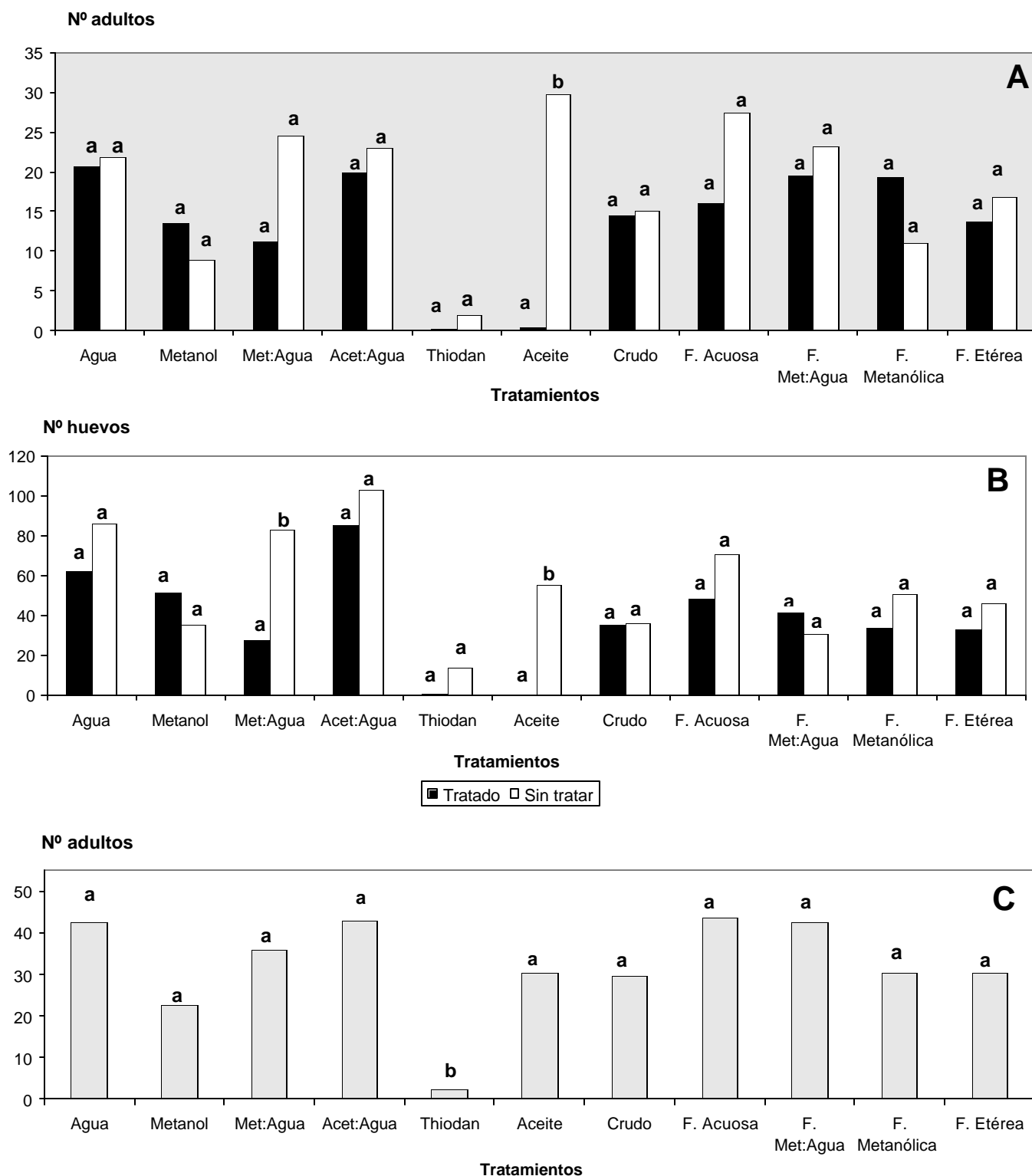


Figura 18. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el extracto crudo de tacaco cimarrón (*S. pittieri*) y cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea), todos al 0.5%, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

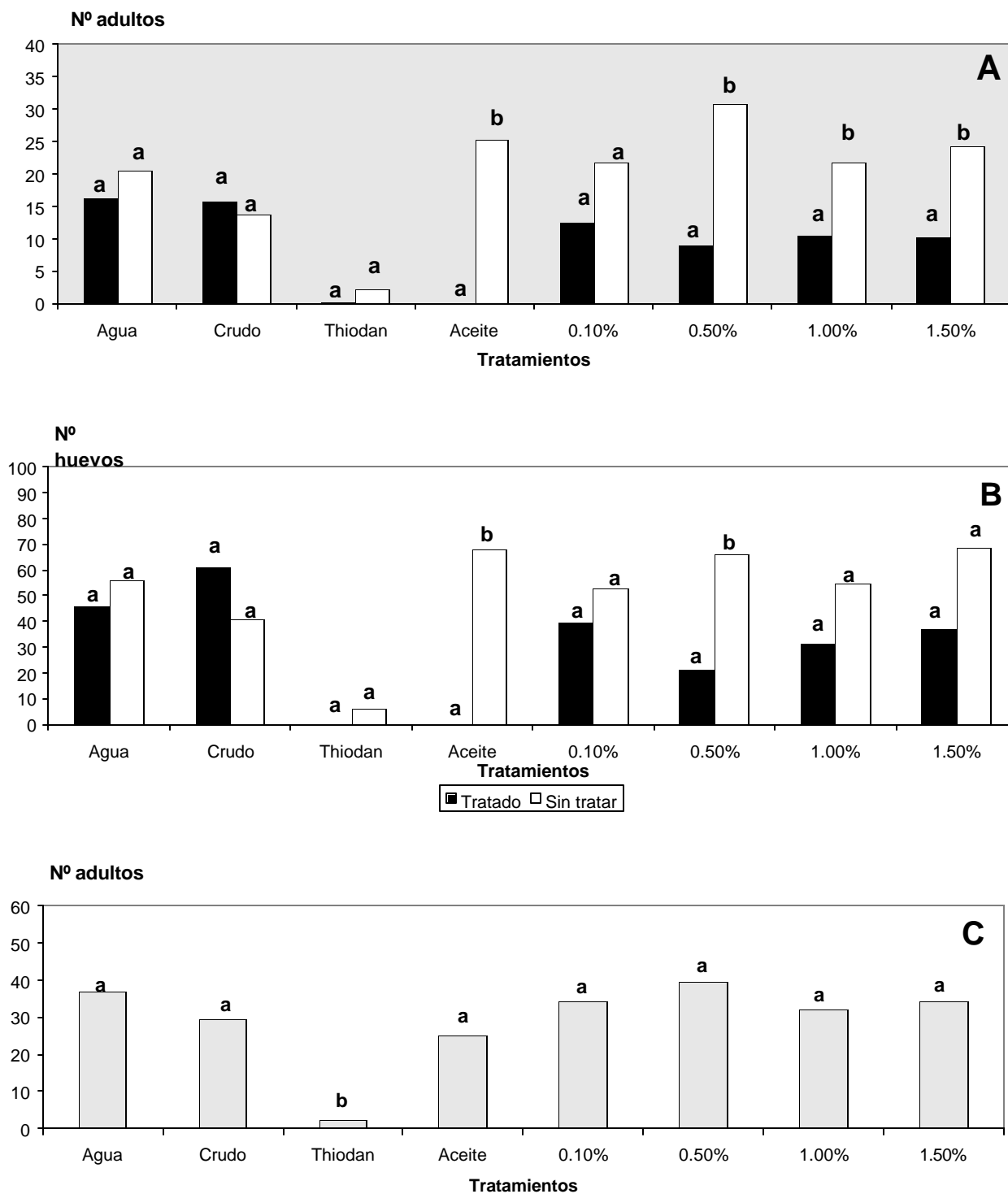


Figura 19. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción acuosa de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

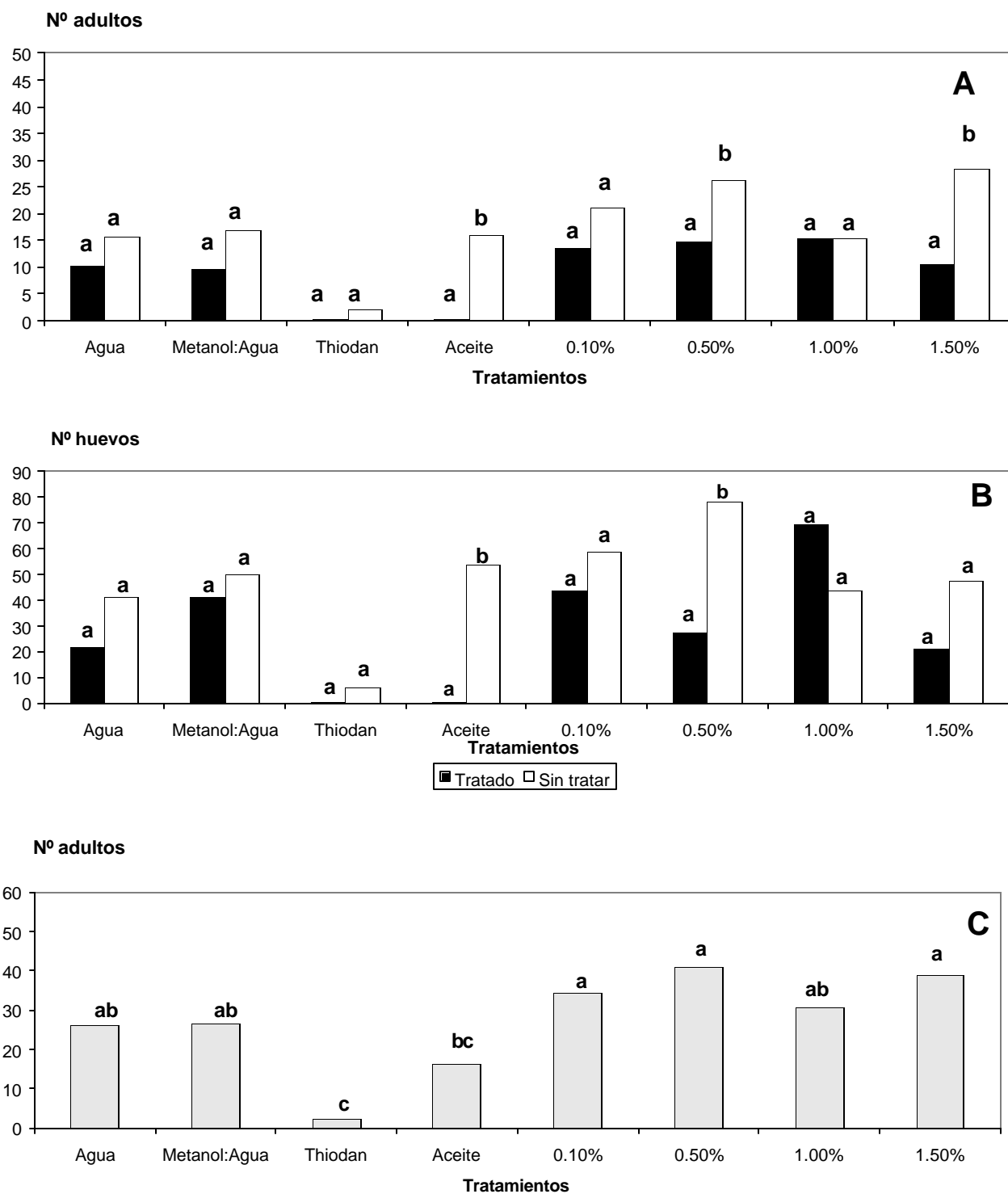


Figura 20. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanol:agua (1:1) de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

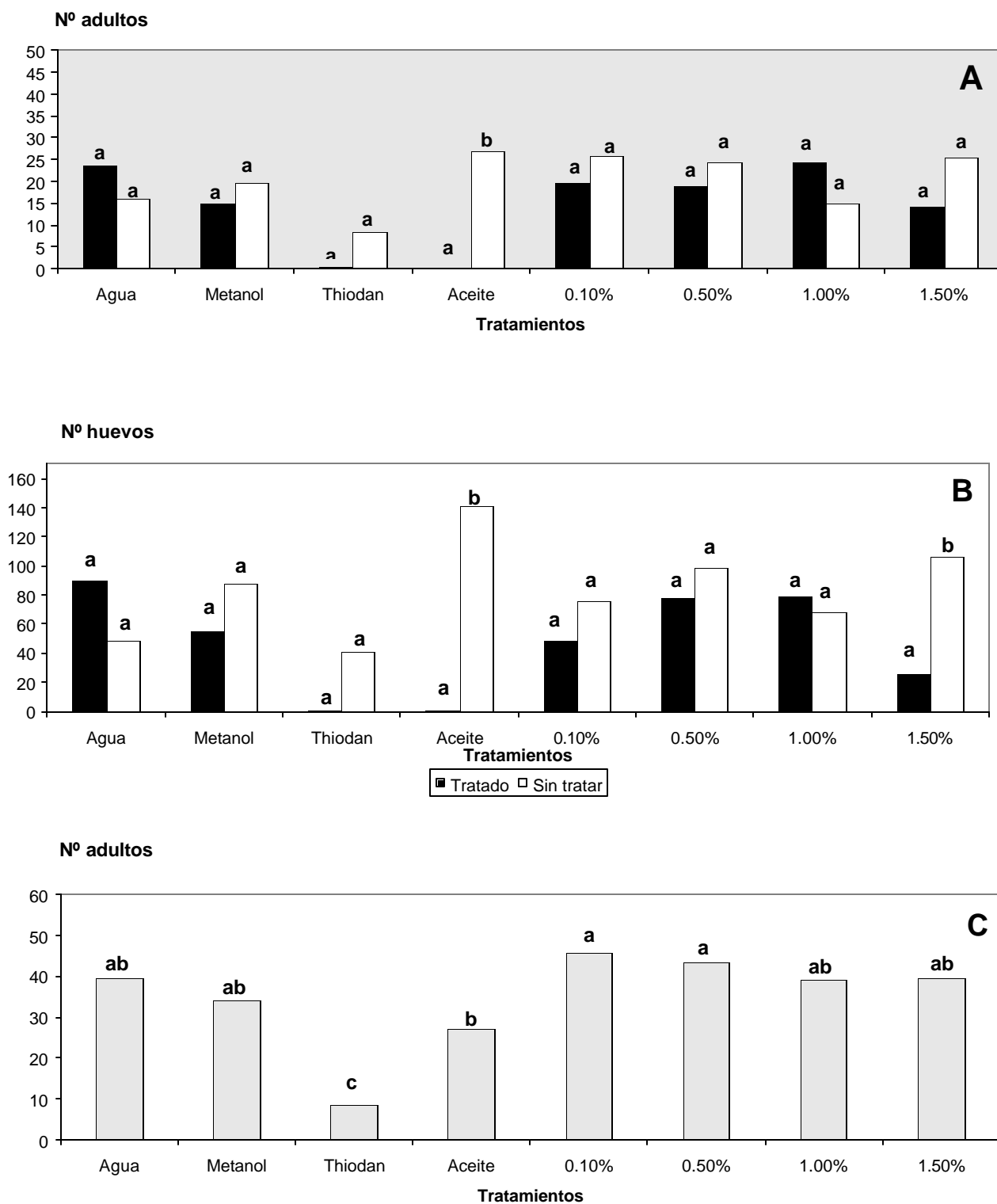


Figura 21. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción metanólica de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

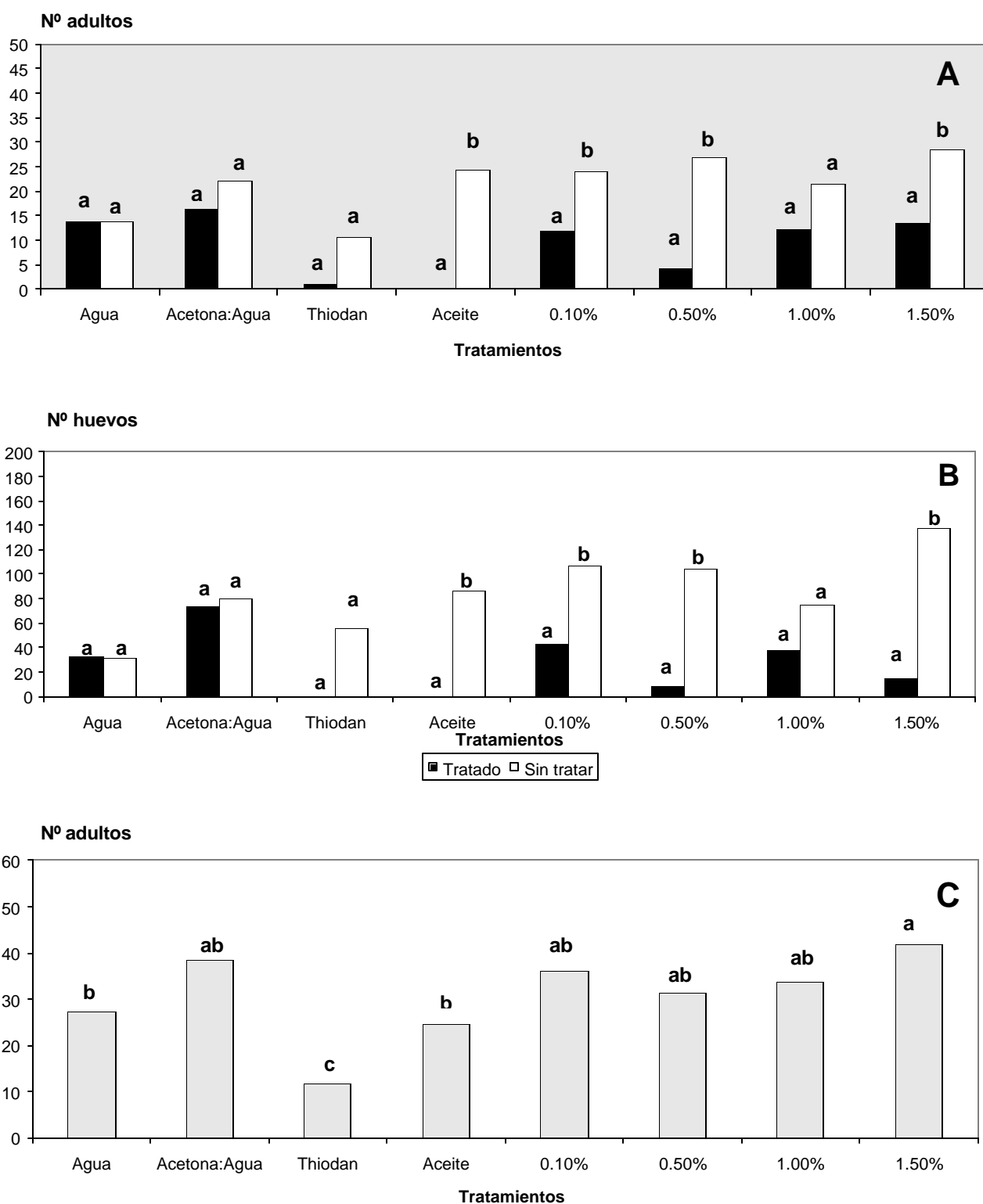


Figura 22. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la fracción etérea de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

al 1%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni los testigos agua y acetona:agua, ni el endosulfán, mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 22C). En un grupo se ubicaron las cuatro dosis, junto con el testigo (acetona:agua) ($p > 0,05$); en el segundo se agruparon tres dosis (0,1, 0,5 y 1%), el aceite agrícola y los testigos agua y acetona:agua; y el último grupo lo conformó el endosulfán solo.

6.1.2. EXPERIMENTOS DE ESCOGENCIA IRRESTRICTA

Extractos vegetales

Madero negro

En el primer recuento de adultos posados a las 24 h de aplicadas las fracciones, solamente el Sunspray mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$); con cero adultos, muy contrastante con el testigo absoluto (agua) (68 adultos) (Fig. 23A, Anexo 4). El Sunspray fue seguido de cerca por la fracción acuosa, y esta a su vez, difirió de las demás fracciones ($p < 0,05$), mostrando una tendencia análoga a la del Sunspray. Ninguna de las otras fracciones (etérea, metanol:agua y metanólica) difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto.

Para el segundo recuento, a las 48 h, el número de adultos prácticamente se duplicó en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray (0 adultos) y el testigo absoluto (139 adultos) se acentuaron más ($p < 0,05$) (Fig. 23B, Anexo 4). Los valores del Sunspray fueron seguidos de la fracción acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea ($p < 0,05$), respectivamente. Ninguna de las fracciones difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto, aunque la fracción acuosa mostró una tendencia análoga al Sunspray, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

Para el tercer recuento, una semana después, el número de adultos posados aumentó aún más en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray, el testigo absoluto y las demás fracciones se mantuvo ($p < 0,05$) (Fig. 23C, Anexo 4). El Sunspray fue seguido de la fracción metanólica, etérea, metanol:agua y la fracción acuosa ($p < 0,05$), respectivamente, pero ninguna de las fracciones difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto

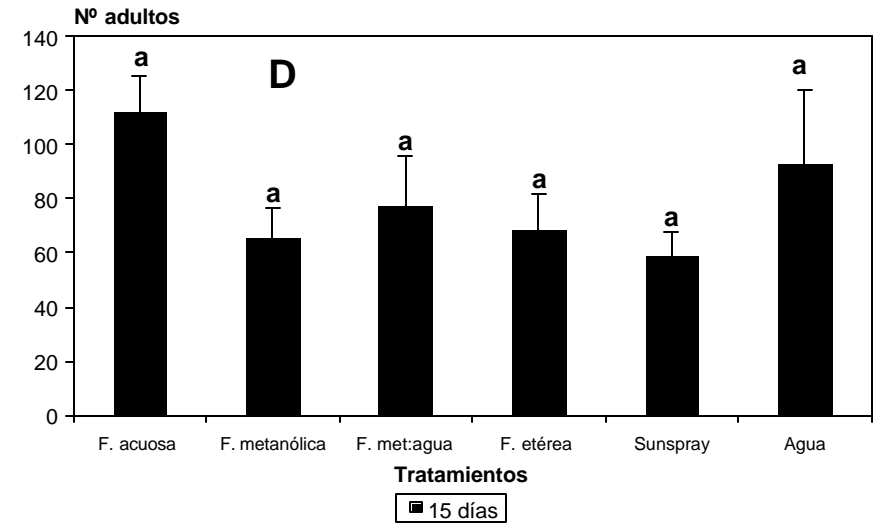
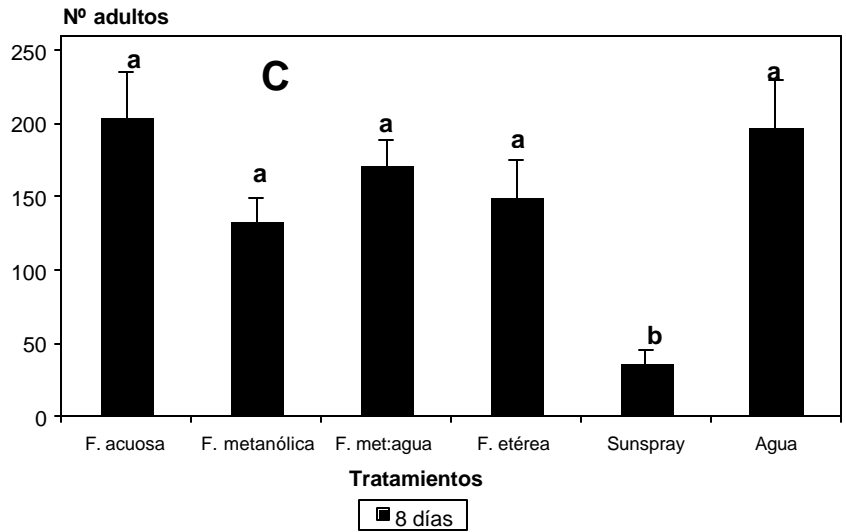
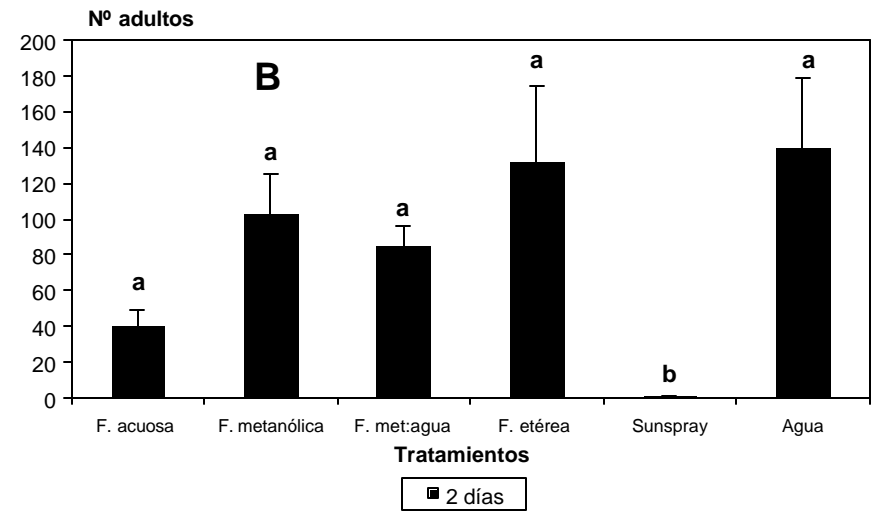
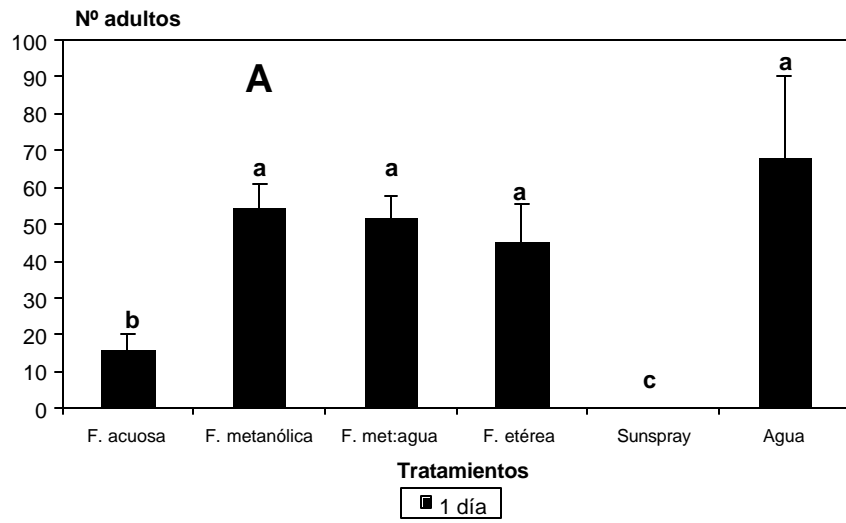


Figura 23. Número promedio de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de madero negro (*G. sepium*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P= 0,05$).

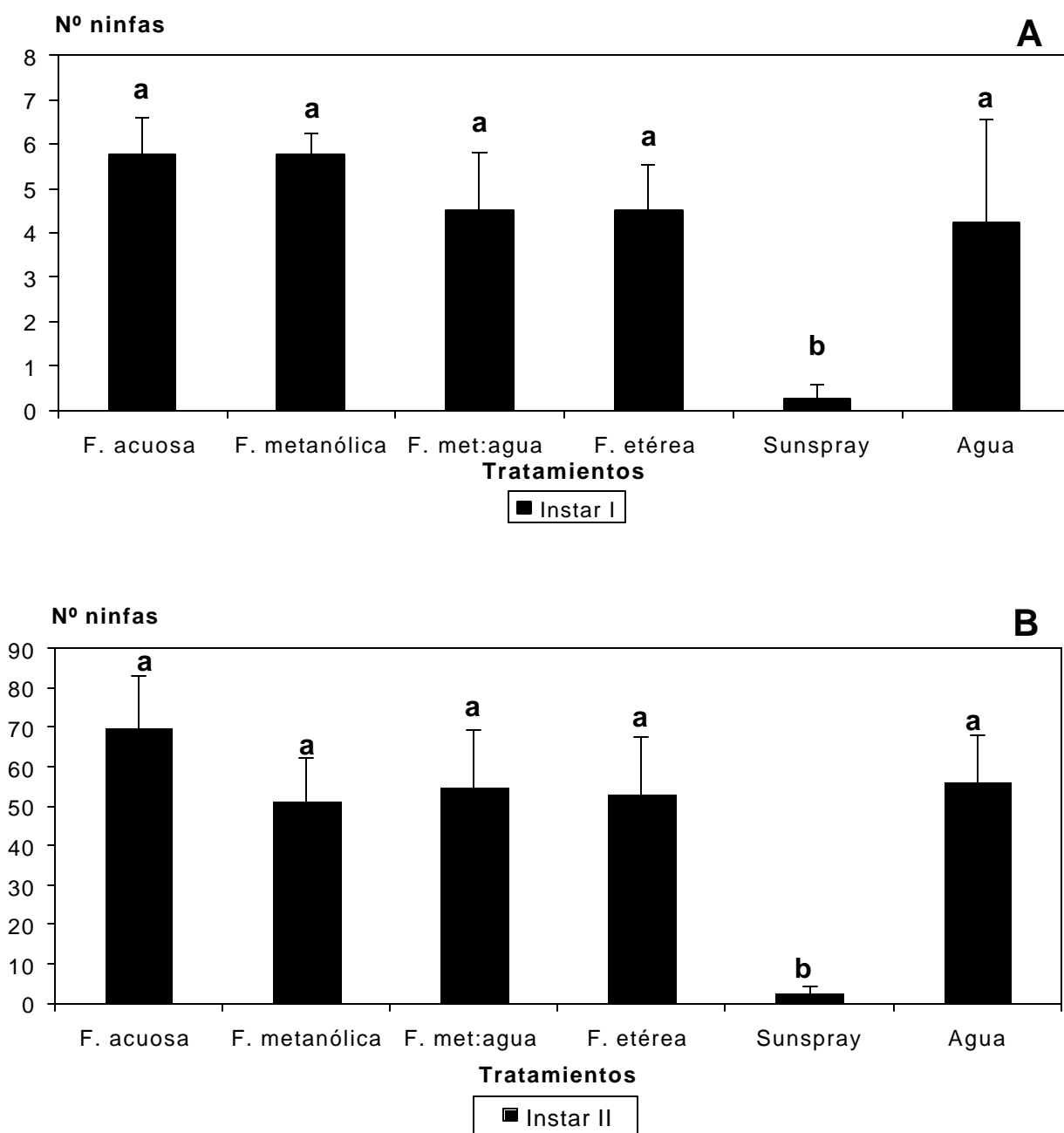


Figura 24. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de madero negro (*G. sepium*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Para el cuarto recuento, dos semanas después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos excepto en el Sunspray, donde aumentó (Fig. 23D, Anexo 4). No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el Sunspray, el testigo absoluto y las demás fracciones.

Por su parte, la cantidad de ninfas del instar I y instar II difirió fuertemente ($p < 0,05$) (Fig. 24A, Fig. 24B, Anexo 6) entre el Sunspray y todos los tratamientos, incluyendo el testigo absoluto, y no hubo diferencias entre éste y las fracciones ($p > 0,05$). Para el instar I hubo menor cantidad de ninfas en las plantas tratadas con las fracciones metanol:agua y etérea, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Para el instar II hubo menor cantidad de ninfas en las plantas tratadas con las fracciones metanólica, etérea y metanol:agua, pero las diferencias tampoco fueron significativas ($p > 0,05$).

Hombre grande

En el primer recuento de adultos posados, a las 24 h de asperjadas las fracciones, el Sunspray mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$), con apenas un adulto posado, muy contrastante con el testigo absoluto (205 adultos) (Fig. 25A, Anexo 4). El Sunspray fue seguido muy de cerca por la fracción metanólica, y esta, a su vez, difirió de las otras fracciones ($p > 0,05$), excepto de la fracción etérea. La fracción metanólica mostró una respuesta análoga a la del Sunspray. Ninguna de las otras fracciones (metanol:agua y acuosa) difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto.

Para el segundo recuento, a las 48 h, el número de adultos prácticamente se duplicó en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray (dos adultos) y el testigo absoluto (271 adultos) se acentuaron más ($p < 0,05$) (Fig. 25B, Anexo 4). Los valores del Sunspray fueron cercanamente seguidos por las fracciones metanólica y etérea ($p < 0,05$). La fracción metanólica (12 adultos) y etérea (56 adultos) también mostraron un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$) en comparación con el testigo absoluto (271 adultos). Las otras dos fracciones (metanol:agua y acuosa) no difirieron ($p > 0,05$) del testigo absoluto respectivamente.

Para el tercer recuento, una semana después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos, excepto en las fracciones etérea, metanólica y el Sunspray, en donde aumentó. Las diferencias entre el Sunspray, el testigo absoluto y las demás fracciones se mantuvo ($p < 0,05$) (Fig. 25C, Anexo 4). El Sunspray fue seguido de cerca únicamente por la fracción metanólica ($p < 0,05$).

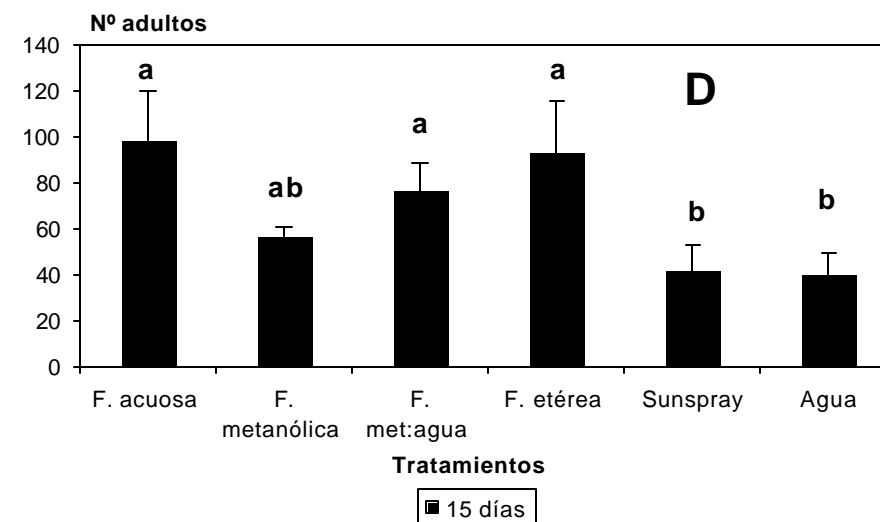
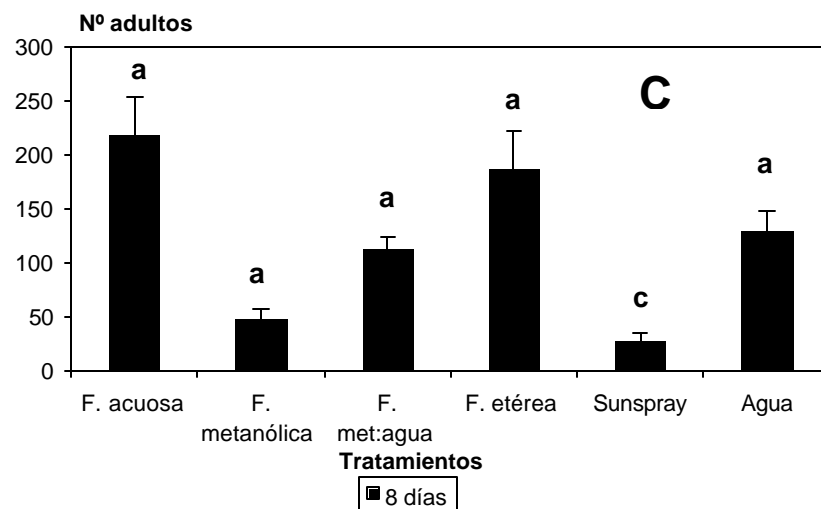
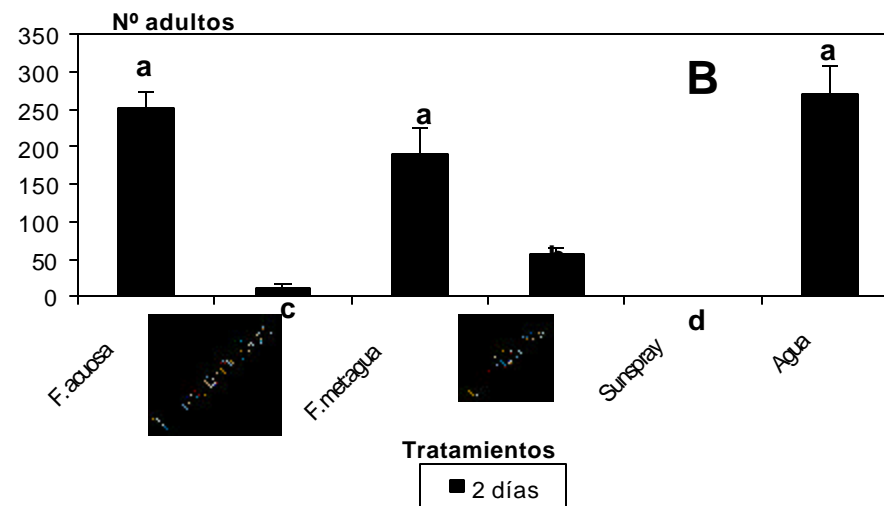
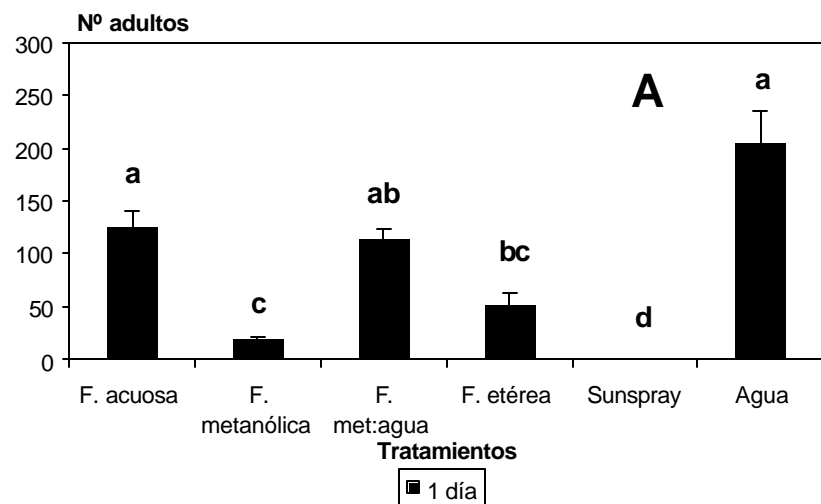


Figura 25. Número promedio de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de hombre grande (*Q. amara*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

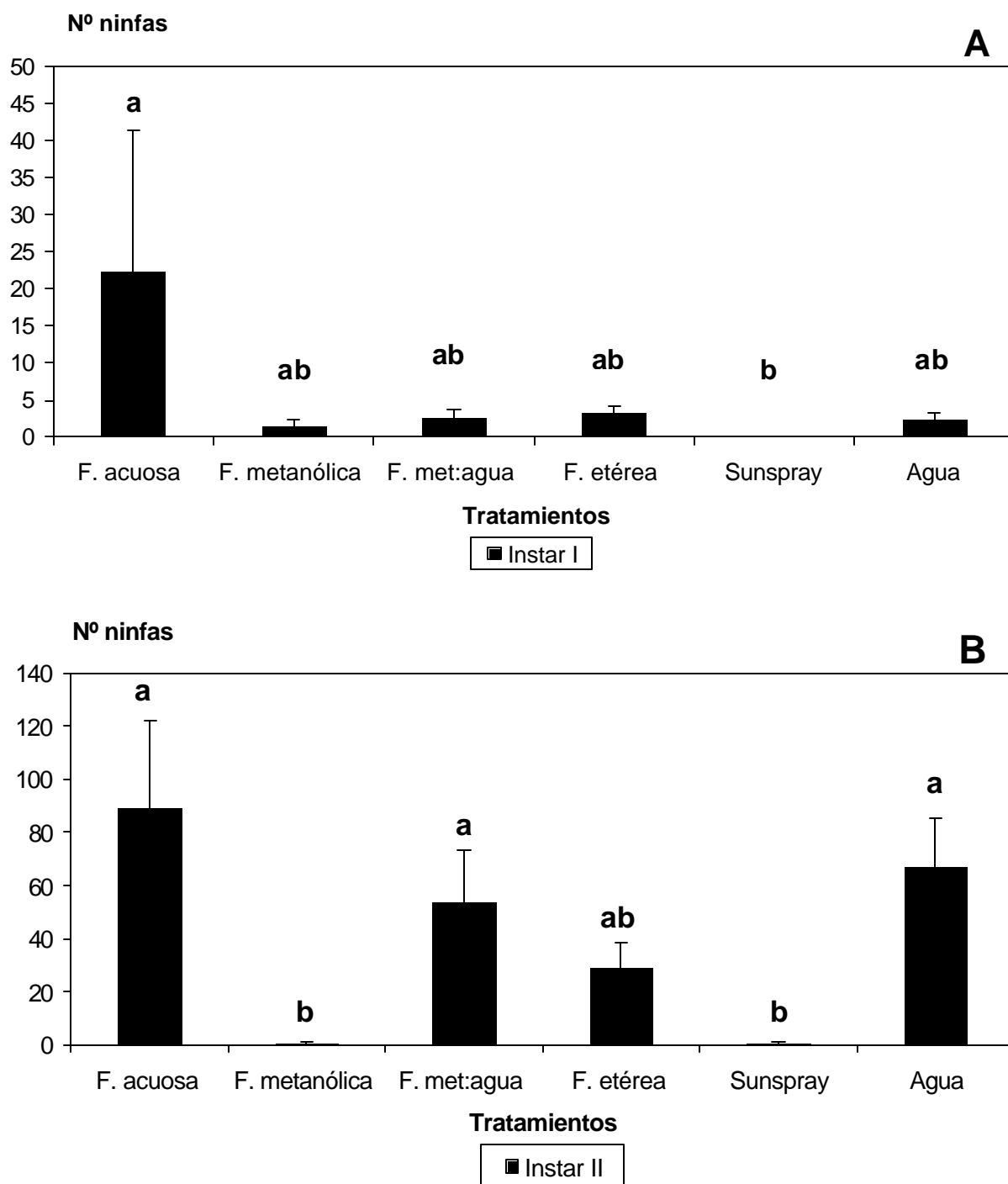


Figura 26. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de hombre grande (*Q. amara*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Para el cuarto recuento, dos semanas después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos excepto en el Sunspray y en la fracción metanólica donde aumentó (Fig. 25D, Anexo 4).

No hubo diferencias entre el Sunspray, el testigo absoluto y la fracción metanólica ($p > 0,05$). Solo hubo diferencias entre el Sunspray, el testigo absoluto y las otras fracciones ($p < 0,05$).

Por su parte, para la cantidad de ninfas del instar I, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 26A, Anexo 6). En un grupo se ubicaron las cuatro fracciones, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$); la fracción acuosa mostró la mayor cantidad de adultos posados ($p > 0,05$). En el segundo se agruparon el Sunspray, el testigo absoluto y tres fracciones (metanólica, metanol:agua y etérea) ($p > 0,05$). Para el número de ninfas del instar II hubo dos grupos (Fig. 26B, Anexo 6). En un primer grupo se ubicaron tres fracciones (acuosa, metanol:agua y etérea), y la fracción acuosa presentó la mayor cantidad de adultos posados junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$). El segundo grupo lo conformaron el Sunspray y las fracciones metanólica y etérea ($p > 0,05$). La fracción metanólica difirió ($p < 0,05$) del testigo absoluto, mostrando una tendencia análoga a la del Sunspray.

Tacaco cimarrón

En el primer recuento de adultos posados a las 24 h de asperjadas las fracciones, solamente el Sunspray mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$), con cero adultos, muy contrastante con el testigo absoluto (154 adultos) (Fig. 27A, Anexo 4). El Sunspray fue seguido de la fracción acuosa, metanol:agua, etérea, metanólica evidenciando diferencias significativas ($p < 0,05$). No hubo diferencias entre el testigo absoluto y las fracciones ($p > 0,05$).

Para el segundo recuento, a las 48 h, el número de adultos aumentó en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray (un adulto) y el testigo absoluto (193 adultos) se acentuaron más ($p < 0,05$) (Fig. 27B, Anexo 4). El Sunspray fue seguido de la fracción acuosa ($p < 0,05$). Ninguna fracción difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto.

Para el tercer recuento, una semana después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos, excepto en la fracción acuosa y el Sunspray, donde aumentó. Las diferencias entre el Sunspray, el testigo absoluto y las demás fracciones se mantuvo ($p < 0,05$) (Fig. 27C, Anexo 4). Ninguna fracción difirió ($p > 0,05$) del testigo absoluto.

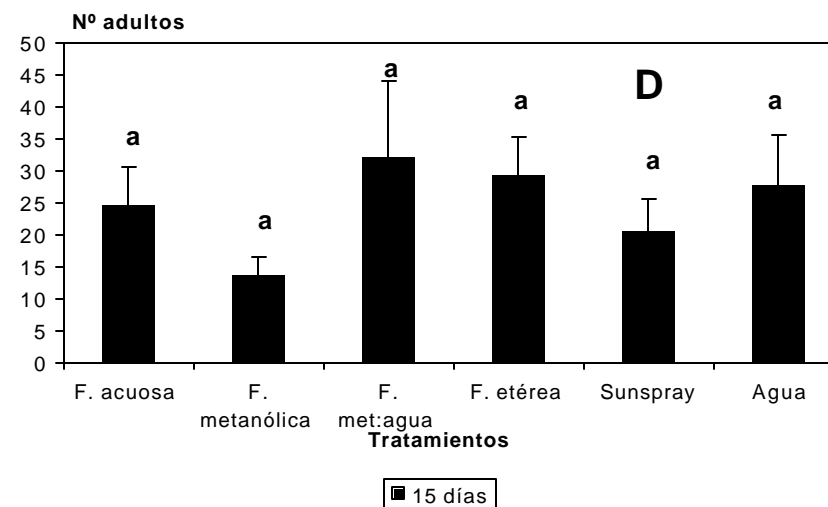
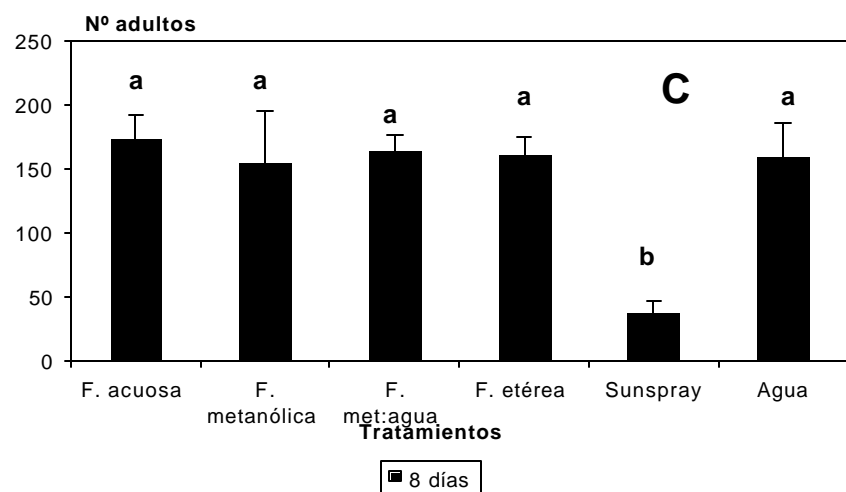
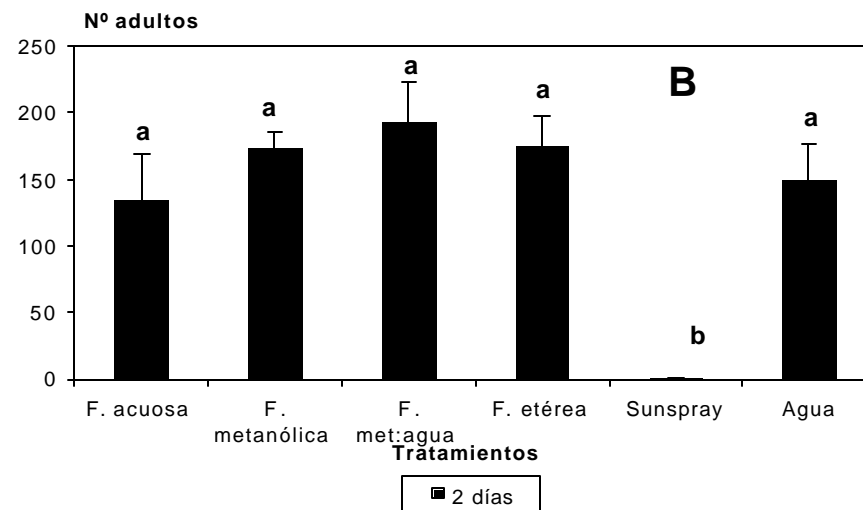
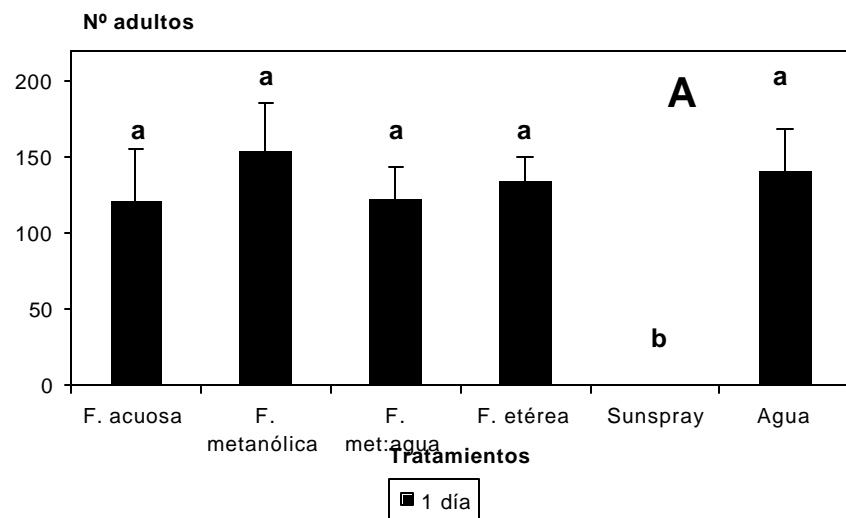


Figura 27. Número promedio de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de tacaco cimarrón (*S. pittieri*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P= 0,05$).

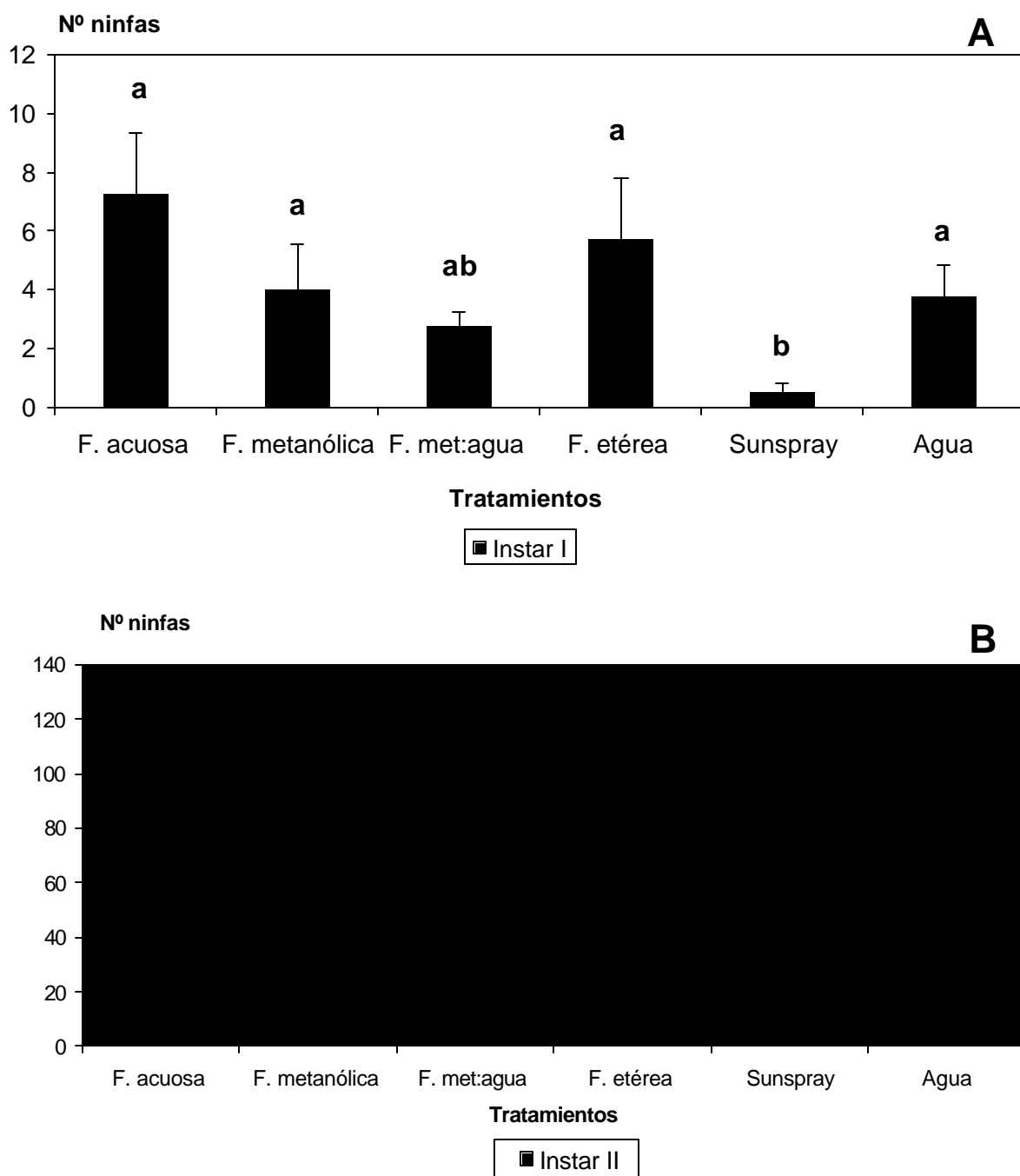


Figura 28 Número promedio de ninfas de *B. tabaci* de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica y etérea) de tacaco cimarrón (*S. pittieri*) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Para el cuarto recuento, dos semanas después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos excepto en el Sunspray, donde aumentó (Fig. 27D, Anexo 4). No hubo diferencias entre el Sunspray y las fracciones ($p > 0,05$), incluyendo el testigo absoluto.

La fracción metanólica mostró el menor número de adultos posados seguido del Sunspray, la fracción acuosa, el testigo absoluto, etérea y metanol:agua respectivamente ($p > 0,05$).

Por su parte, para la cantidad de ninfas del instar I hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 28A, Anexo 6). En un grupo se ubicaron las cuatro fracciones, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$). La fracción metanol:agua mostró la menor cantidad de adultos en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon el Sunspray y la fracción metanol:agua ($p > 0,05$). La fracción metanol:agua mostró una tendencia análoga a la del Sunspray, aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En el número de ninfas del instar II hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 28B, Anexo 6). En un grupo se ubicaron las cuatro fracciones, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$), y el segundo lo conformó el Sunspray solo.

6.2. SUSTANCIAS PURAS

6.2.1. EXPERIMENTOS DE ESCOGENCIA RESTRINGIDA

Alcoholes

Al analizar el guayacol no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 29A), aunque al 0,1% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 29B). Hubo menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas al 0,1 y 1%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por otra parte, ni el testigo absoluto (agua), el agente tensoactivo (Citowett) ni el insecticida (endosulfán) mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 29C). En un grupo se ubicaron dos dosis (0,1 y 1%), junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite agrícola ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), el aceite y el Citowett. El último grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al evaluar el alcohol bencílico, hubo menor número de adultos posados en las plantas solamente al 1% ($p < 0,05$) (Fig. 30A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas con las otras tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$).

Para la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 30B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 0,5% y 1%, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión. Por su parte, ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán presentaron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 30C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$), mientras que el segundo lo conformó el endosulfán solo.

Al analizar las diferentes dosis del Z-3-hexen-1-ol, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 31A). A tres de las dosis (0,1, 0,5 y 1%) y con el testigo absoluto se dio una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 31B). El aceite agrícola causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión, a pesar de que hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas, pero sin diferencias significativas ($p > 0,05$). Ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión. En tres dosis (0,1, 1 y 1,5%) hubo una repuesta inversa, con la menor cantidad de huevos en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 31C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que el segundo se agruparon la dosis 0,1%, el Citowett y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el E-3-hexen-1-ol, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 32A), aunque al 1,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Para la posible ovidisuasión hubo evidencia solamente al 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 32B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión, aunque el Citowett causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 32C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$), mientras que el segundo lo conformó el endosulfán solo.

Al analizar el eugenol, se determinó que a las dos mayores dosis (1 y 1,5%) las plantas tratadas se intoxicaron. Hubo menor número de adultos posados en las plantas solamente al 0,5% ($p < 0,05$) (Fig. 33A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su presencia con dicha sustancia (Fig. 33B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a 0,5%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 33C). En un grupo se ubicaron dos dosis (0,1 y 0,5%), junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$), mientras que el segundo grupo lo conformó el endosulfán solo.

Al evaluar el E-2-hexen-1-ol, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 34A), aunque al 0,5, 1 y 1,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su presencia con dicha sustancia (Fig. 34B). Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a 0,5 y 1,5%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 34C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon tres dosis (0,5, 1 y 1,5%), el Citowett y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron el aceite y el endosulfán.

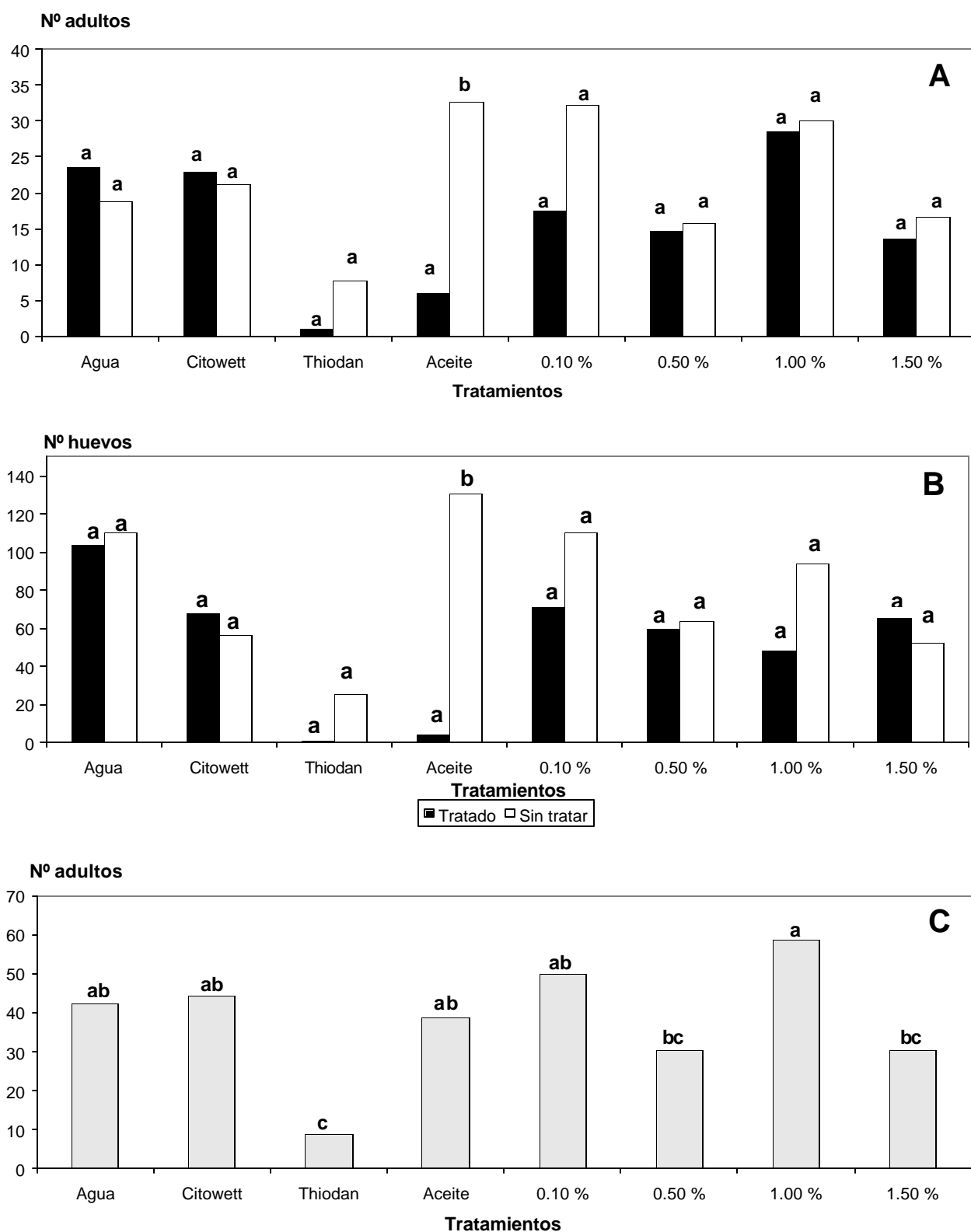


Figura 29. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el guayacol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$)

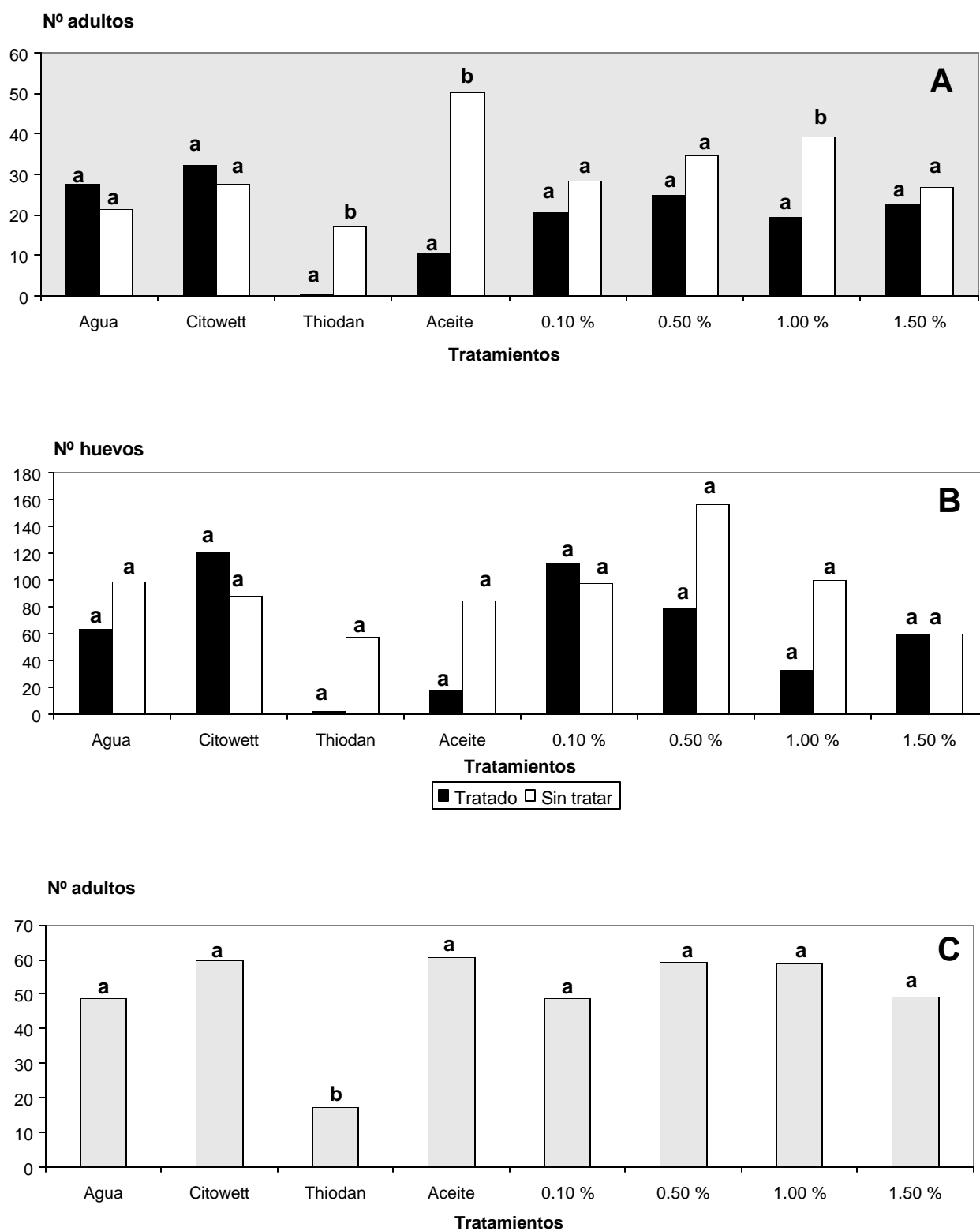


Figura 30. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el alcohol bencílico, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

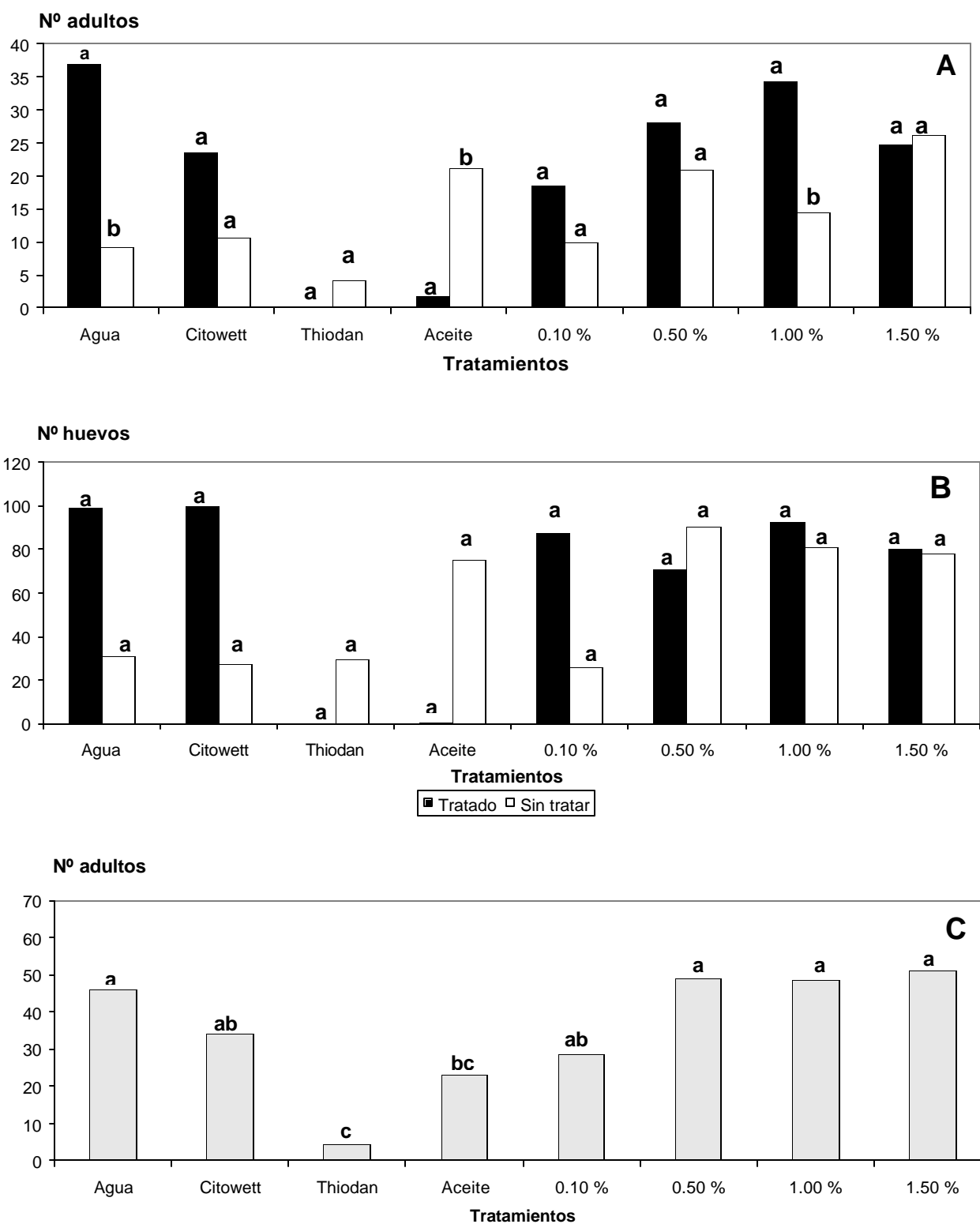


Figura 31. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Z-3-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$)

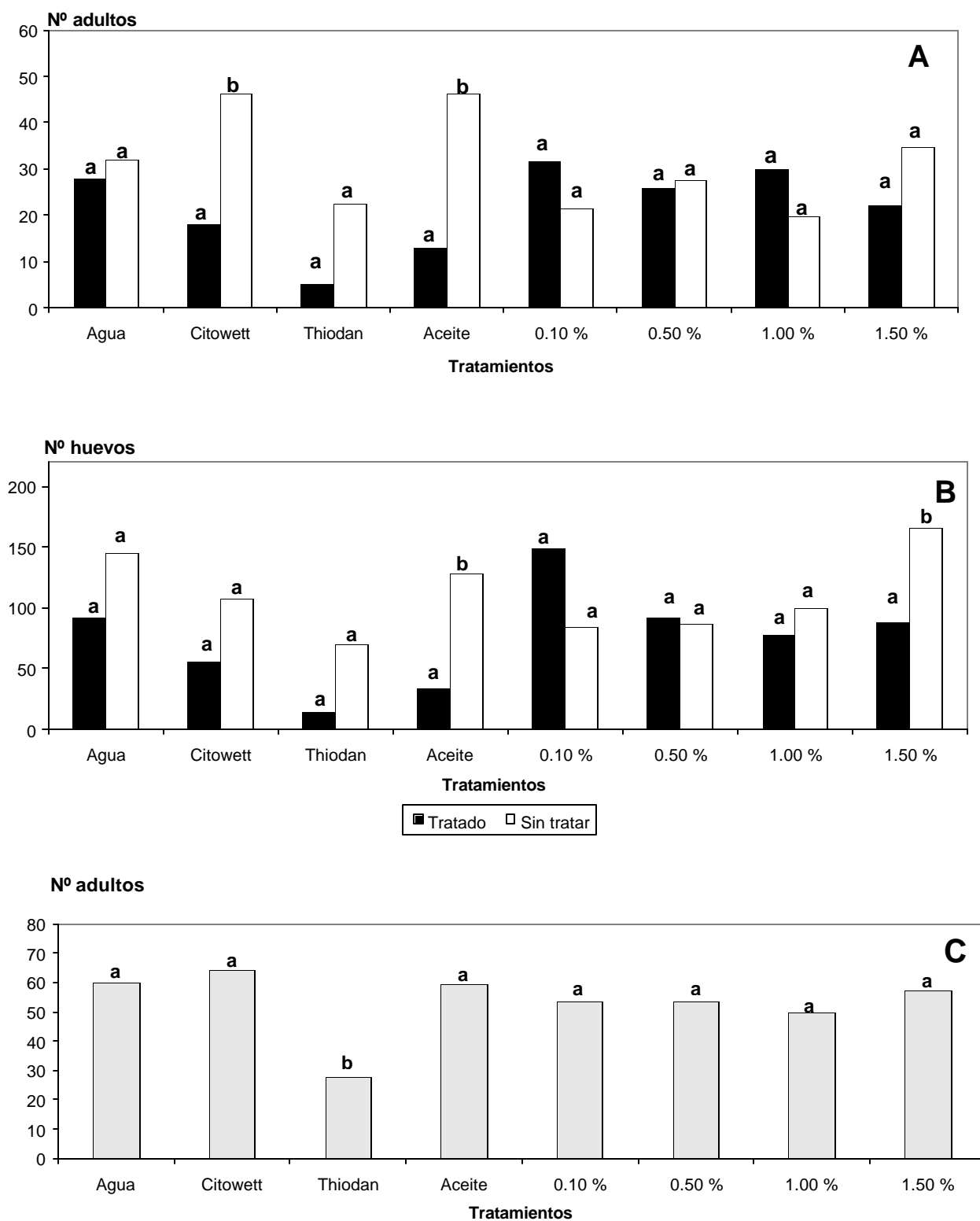


Figura 32. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-3-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

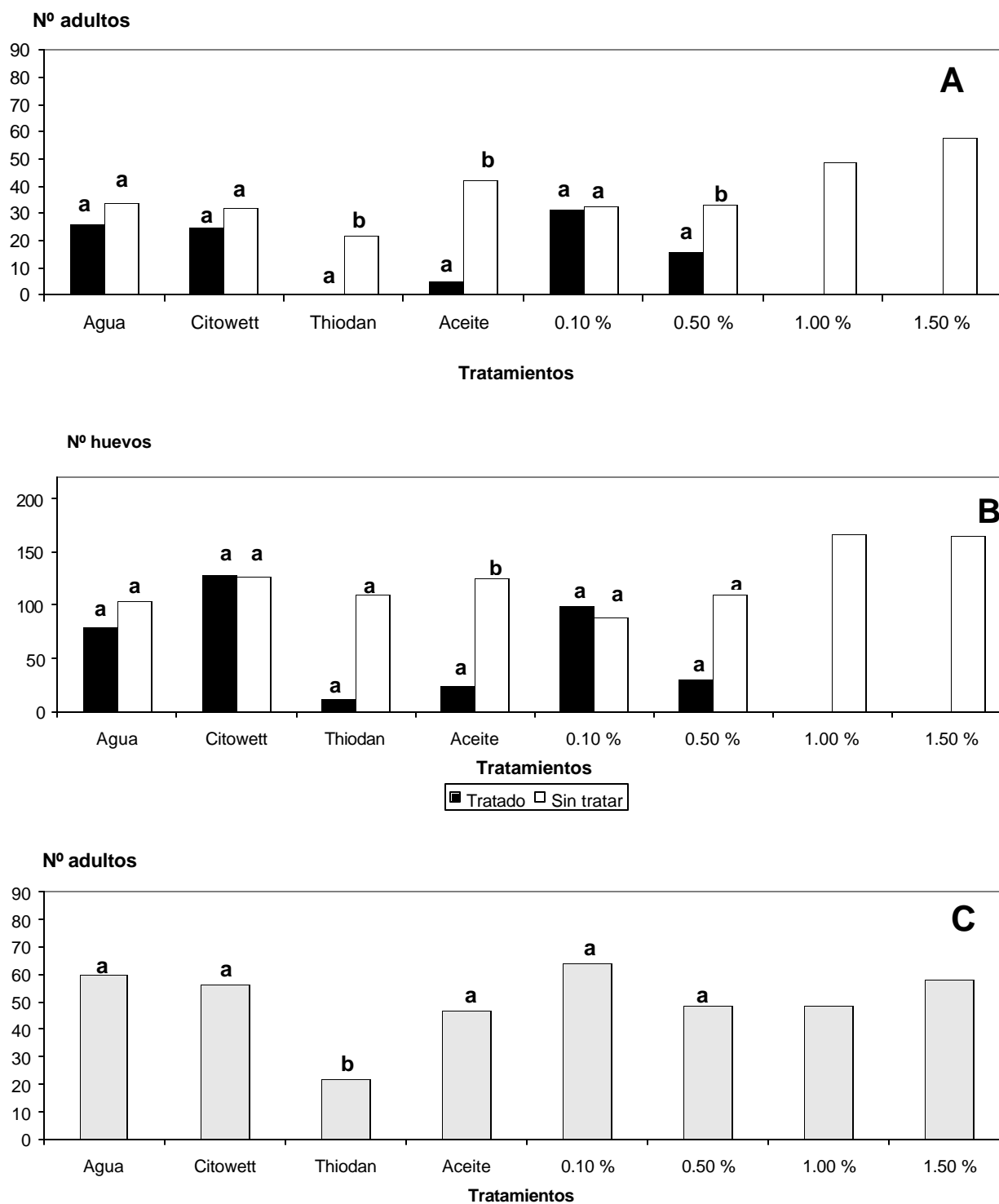


Figura 33. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el eugenol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

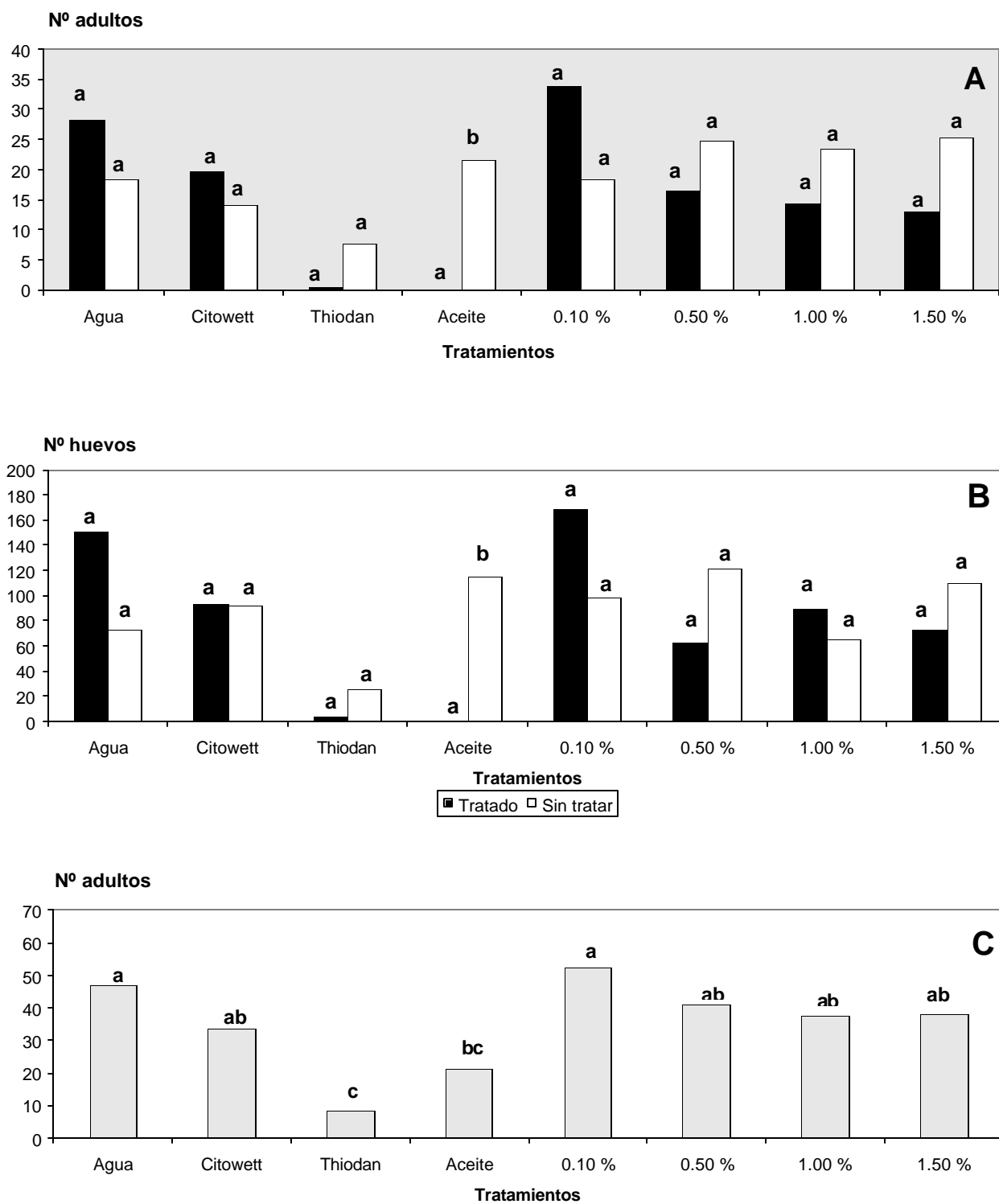


Figura 34. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-2-hexen-1-ol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

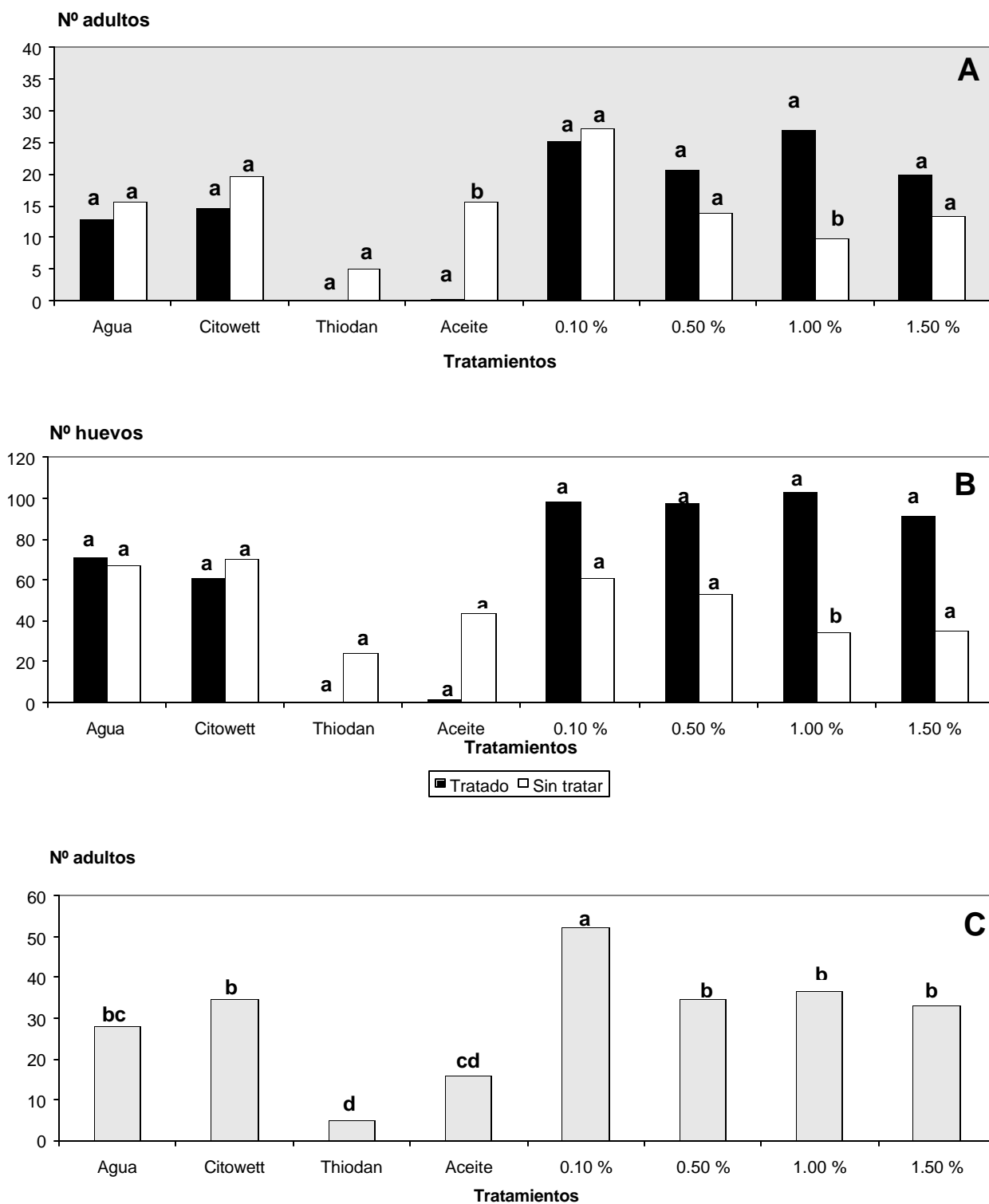


Figura 35. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el *Z-2-hexen-1-ol*, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

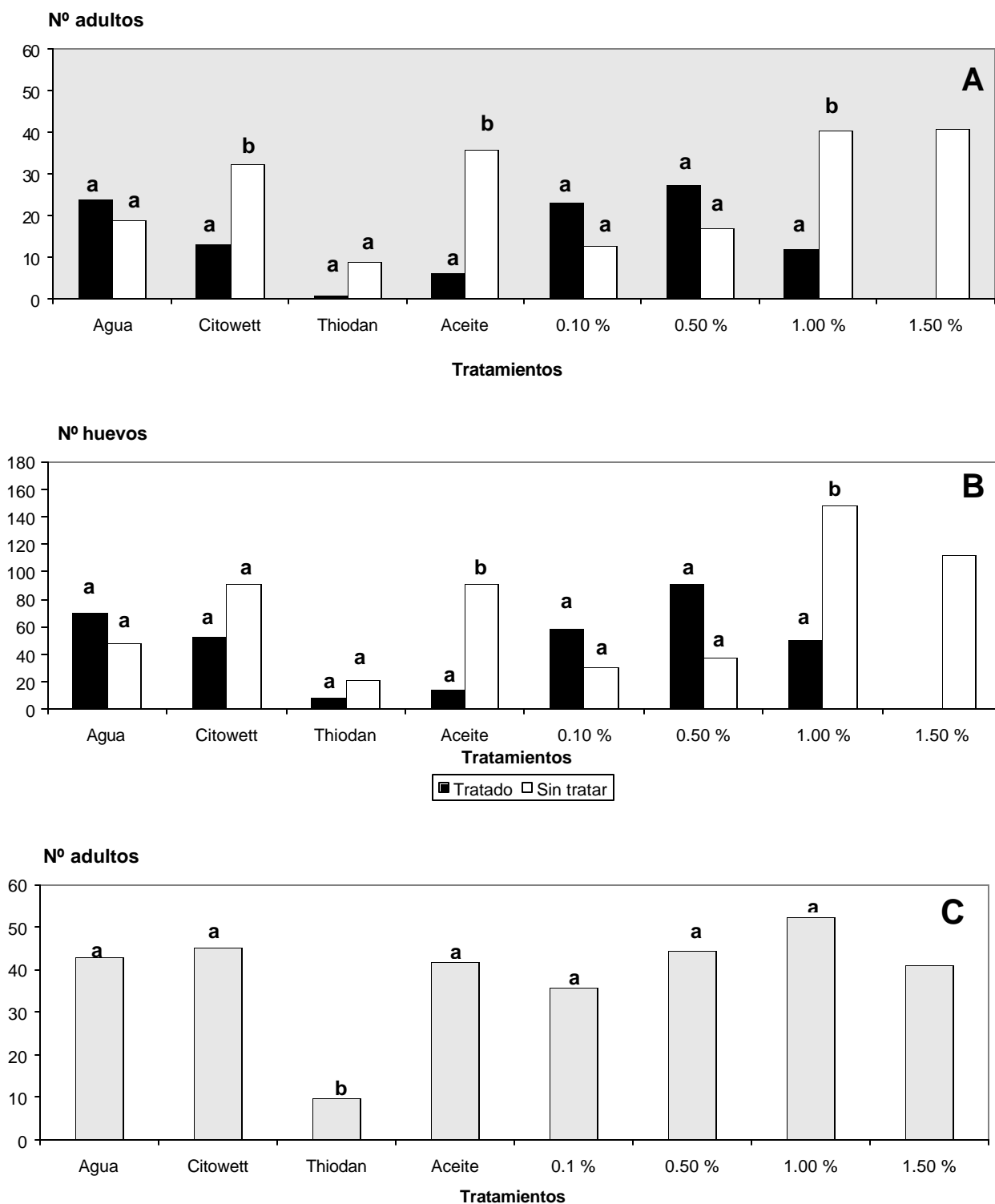


Figura 36. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Hexanol, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Al analizar el Z-2-hexen-1-ol, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 35A). Al 1% hubo una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$). Para las otras dosis (0,5 y 1,5%), también hubo una respuesta inversa, con la menor cantidad adultos posados en las plantas sin tratar, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su presencia con dicha sustancia (Fig. 35B), aunque al 1% hubo una respuesta inversa, con el menor número de huevos depositados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$). Para las otras dosis (0,1, 0,5 y 1,5%) también hubo una respuesta inversa, con la menor cantidad huevos depositados en las plantas sin tratar, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión. Por otra parte, ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo cuatro grupos de tratamientos (Fig. 35C). En un grupo se ubicó solo la dosis de 0,1%. En el segundo se agruparon las otras dosis (0,5, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el tercero lo hicieron el agua y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el 1-hexanol, a su mayor dosis (1,5%) intoxicó el follaje de las plantas tratadas. Hubo menor número de adultos posados en las plantas tratadas solamente al 1% ($p < 0,05$) (Fig. 36A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia solamente al 1% ($p < 0,05$) (Fig. 36B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión, aunque el Citowett causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 36C). En uno se ubicaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1%), junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$). El último grupo lo conformó el endosulfán.

Aldehídos

Al analizar el nonanal, las dosis 1 y 1,5% intoxicaron el follaje de las plantas tratadas. Hubo menos adultos posados en las plantas tratadas al 0,1 y 0,5% ($p < 0,05$) (Fig. 37A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su existencia con la sustancia (Fig. 37B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión

como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 37C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$). El último grupo lo conformaron dos dosis (1 y 1,5%), el agua, el Citowett, el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el benzaldehído, hubo menor número de adultos posados en las plantas tratadas al 0,1% ($p < 0,05$) (Fig. 38A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas al 0,5 y 1,5%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). Al 1% hubo una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p > 0,05$). Para la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 38B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas a tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). Al 1% se dio una respuesta inversa, con el menor número de huevos depositados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 38C). En un grupo se ubicaron tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon esas tres dosis más la otra dosis (0,5%), el agua y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron el aceite y el endosulfán.

Al analizar el Hexanal, hubo menor número de adultos en las plantas solamente a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 39A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. A las dosis bajas (0,1 y 0,5%) hubo menor número de adultos posados en las plantas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Con el testigo absoluto se dio una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 39B). Aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas con todas las dosis, las diferencias no fueron importantes ($p > 0,05$). El aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto ni el Citowett mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión. El endosulfán causó fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 39C). En un grupo se ubicaron tres dosis (0,5, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon esas tres más la otra dosis (0,1%), el Citowett y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron una dosis (0,1%), el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el cinamaldehído, a las mayores dosis (1 y 1,5%) se intoxicó el follaje de las plantas tratadas. Hubo menos adultos posados en las plantas solamente al 1 y 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 40A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia al 1 y 1,5% ($p < 0,05$) (Fig. 40B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 40C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon todas las dosis, el Citowett y el aceite agrícola. El último grupo lo conformaron dos dosis (0,5 y 1,5%), el aceite y el endosulfán.

Al analizar el perialdehído, a las mayores dosis (1 y 1,5%) se intoxicó el follaje de las plantas tratadas. Hubo menor número de adultos posados en las plantas a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 41A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión hubo evidencia solamente a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 41B), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por su parte, ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 41C). En uno se ubicaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$). El último grupo lo conformaron una dosis (1%), el agua, el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el Z-3-hexen-1-al, a las mayores dosis (1 y 1,5%) se intoxicó el follaje de las plantas tratadas. Hubo menos adultos posados en las plantas a tres dosis (0,5, 1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 42A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 42B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). El testigo absoluto no presentó evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión. El Citowett causó ovidisuasión ($p < 0,05$) pero no fagodisuasión, mientras que el endosulfán causó fagodisuasión ($p < 0,05$) pero no ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 42C). En un grupo se ubicaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon esas tres dosis, el Citowett y el aceite. El último grupo lo conformaron una dosis (1%) y el endosulfán.

Al analizar el Z-2-hexen-1-al, hubo menor número de adultos posados en las plantas a dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 43A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. En cuanto a la posible ovidisuasión, hubo evidencia a esas dos dosis (1 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 43B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Este causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto, el Citowett, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión.

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 43C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto, el Citowett y el aceite ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), el agua, el aceite y el endosulfán.

Al evaluar el E-3-hexen-1-al, se determinó que a la mayor dosis (1,5%) se intoxicó el follaje de las plantas tratadas. Hubo menos adultos posados en las plantas a dos dosis (0,5 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 44A), con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Para la posible ovidisuasión hubo evidencia a esas dos dosis (0,5 y 1,5%) ($p < 0,05$) (Fig. 44B), también con una tendencia análoga a la del aceite agrícola. Por su parte, ni el testigo absoluto, el Citowett, el aceite, ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni de ovidisuasión ($p > 0,05$).

En relación con la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 44C). En uno se ubicaron tres dosis (0,1, 0,5 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon tres dosis (0,5, 1 y 1,5%), el agua y el aceite. El último grupo lo conformó el endosulfán.

Al analizar E-2-hexen-1-al, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 45A), aunque al 0,1% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Con el testigo absoluto se dio una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su existencia con dicha sustancia (Fig. 45B), aunque hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 0,1%, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$). En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$).

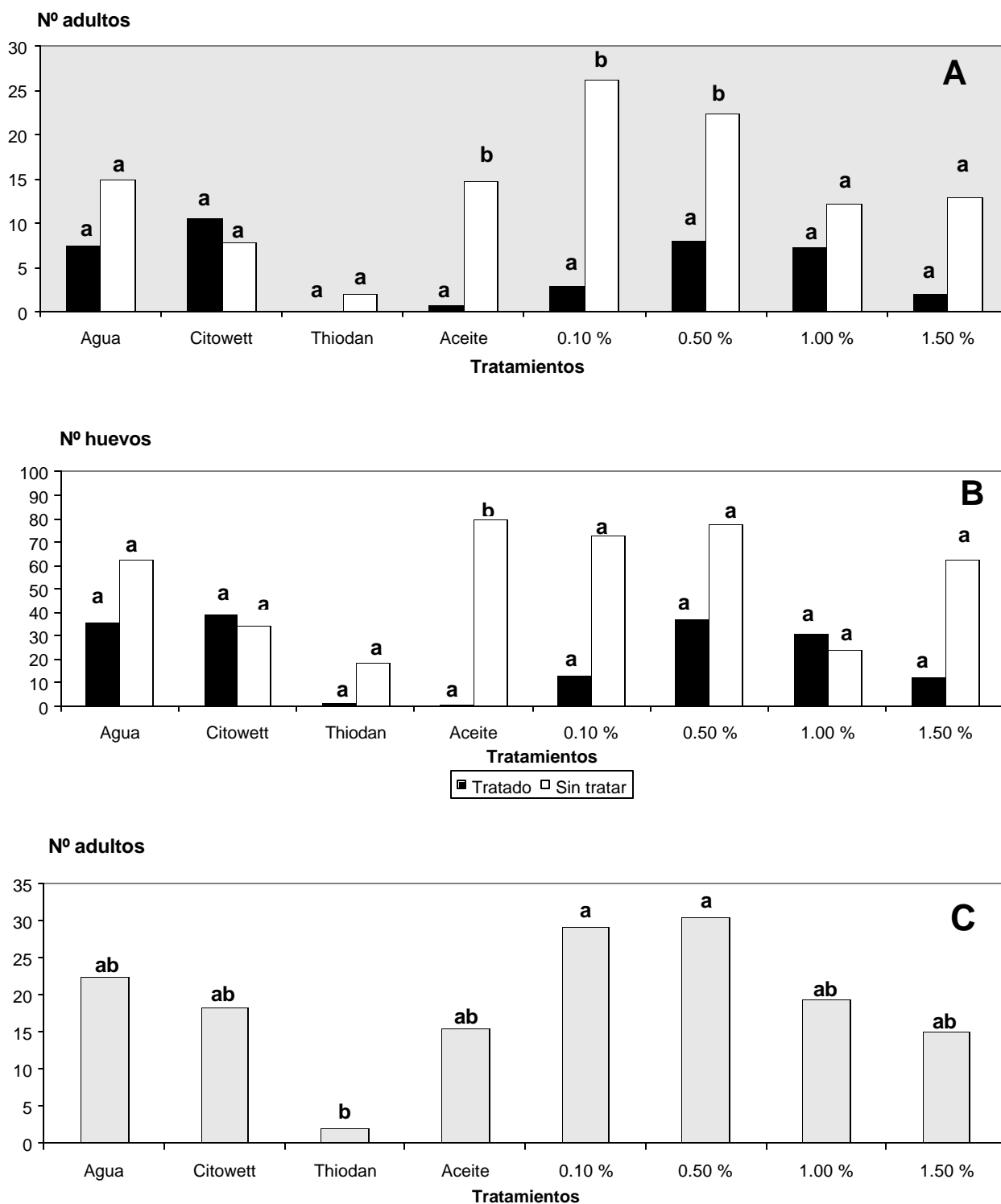


Figura 37. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el nonanal, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

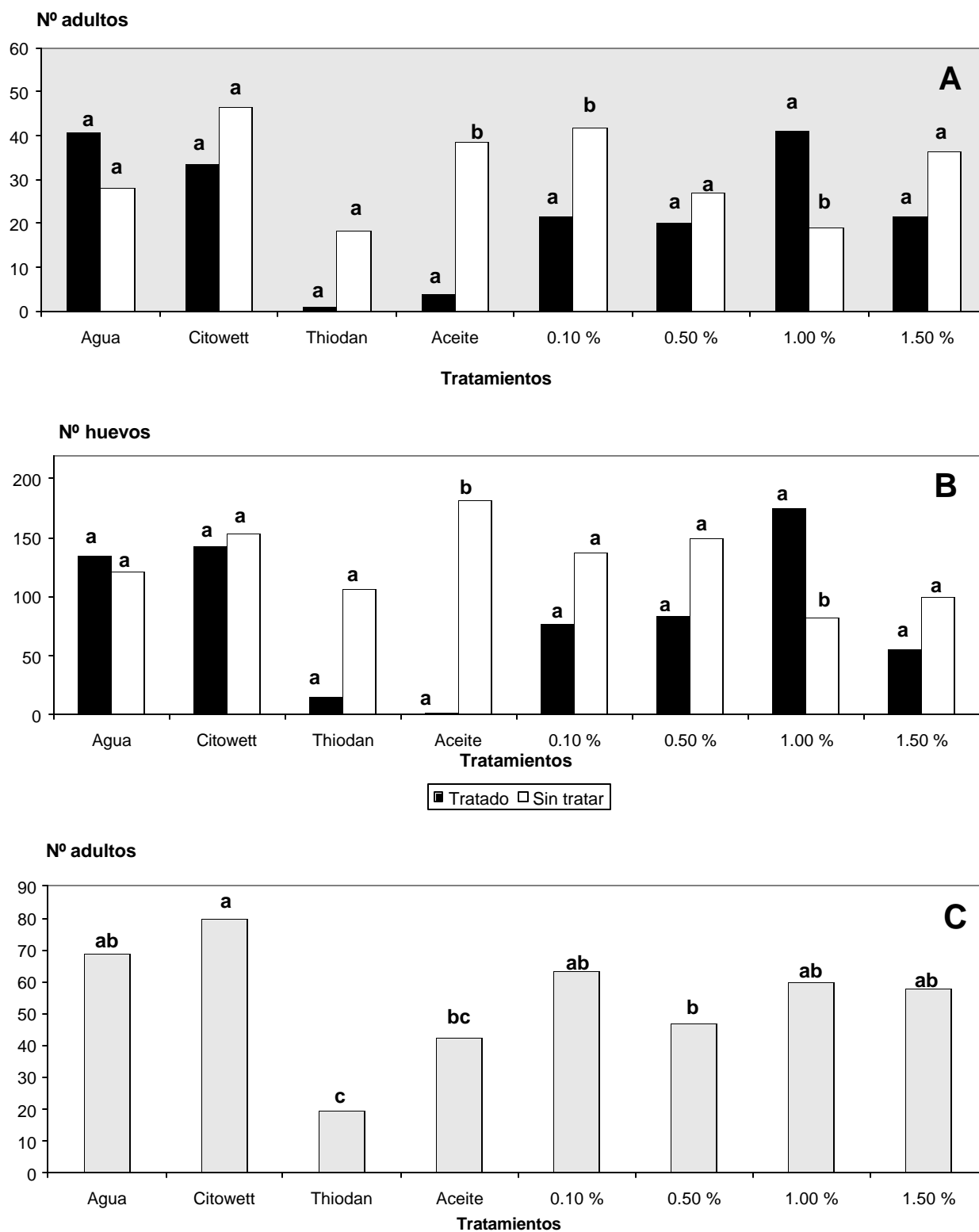


Figura 38. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el benzaldehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

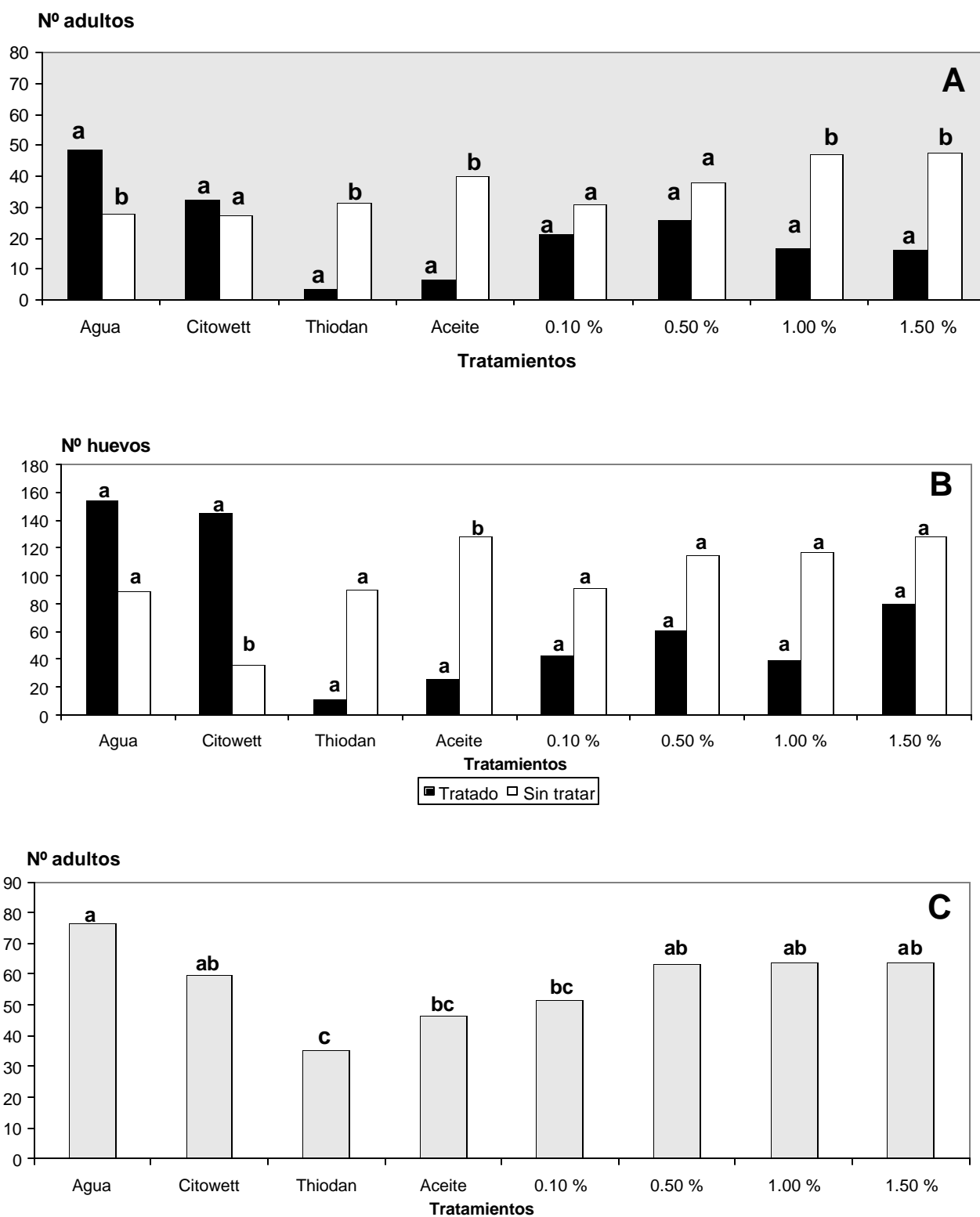


Figura 39. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el Hexanal, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

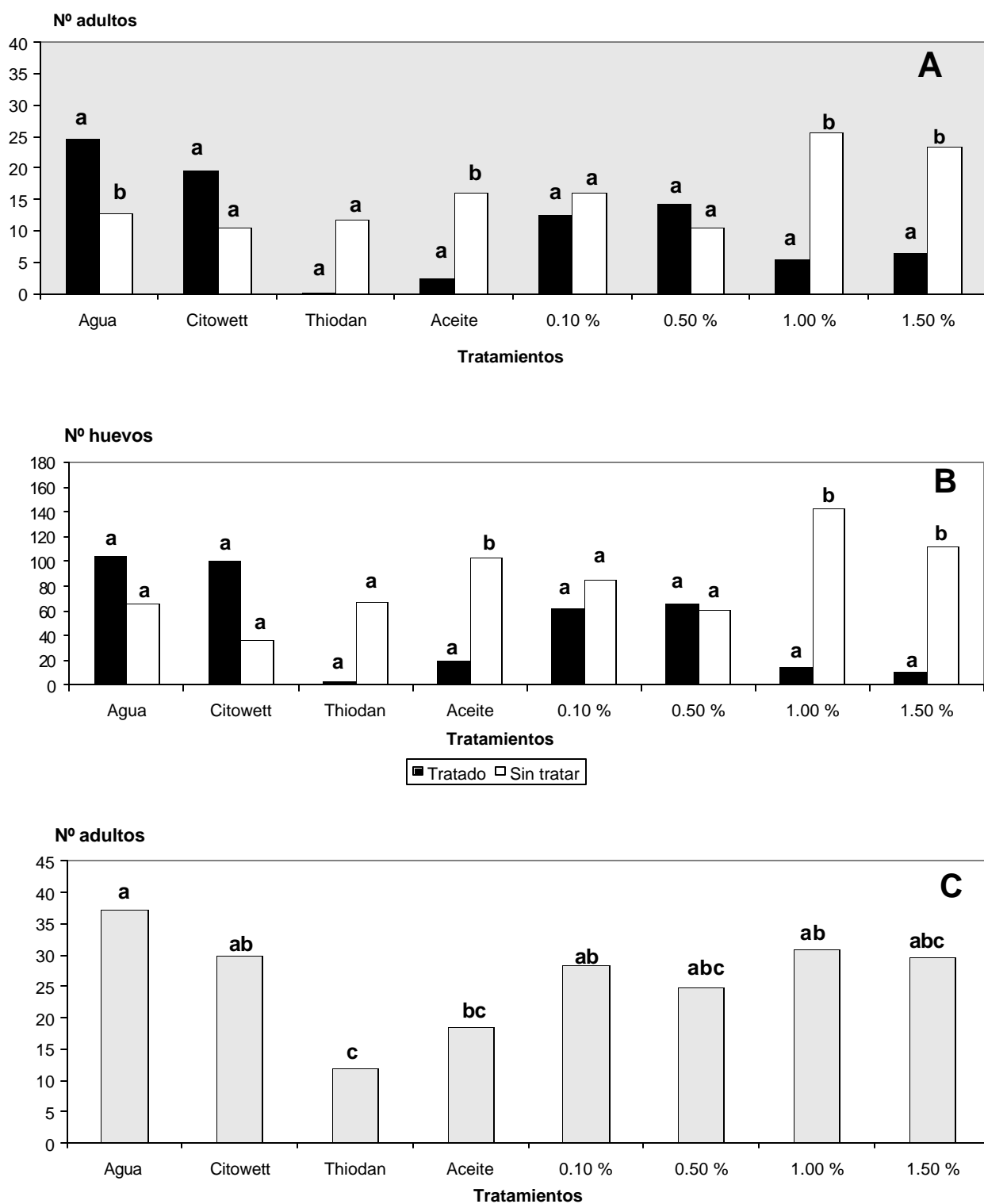


Figura 40. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el cinamaldehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

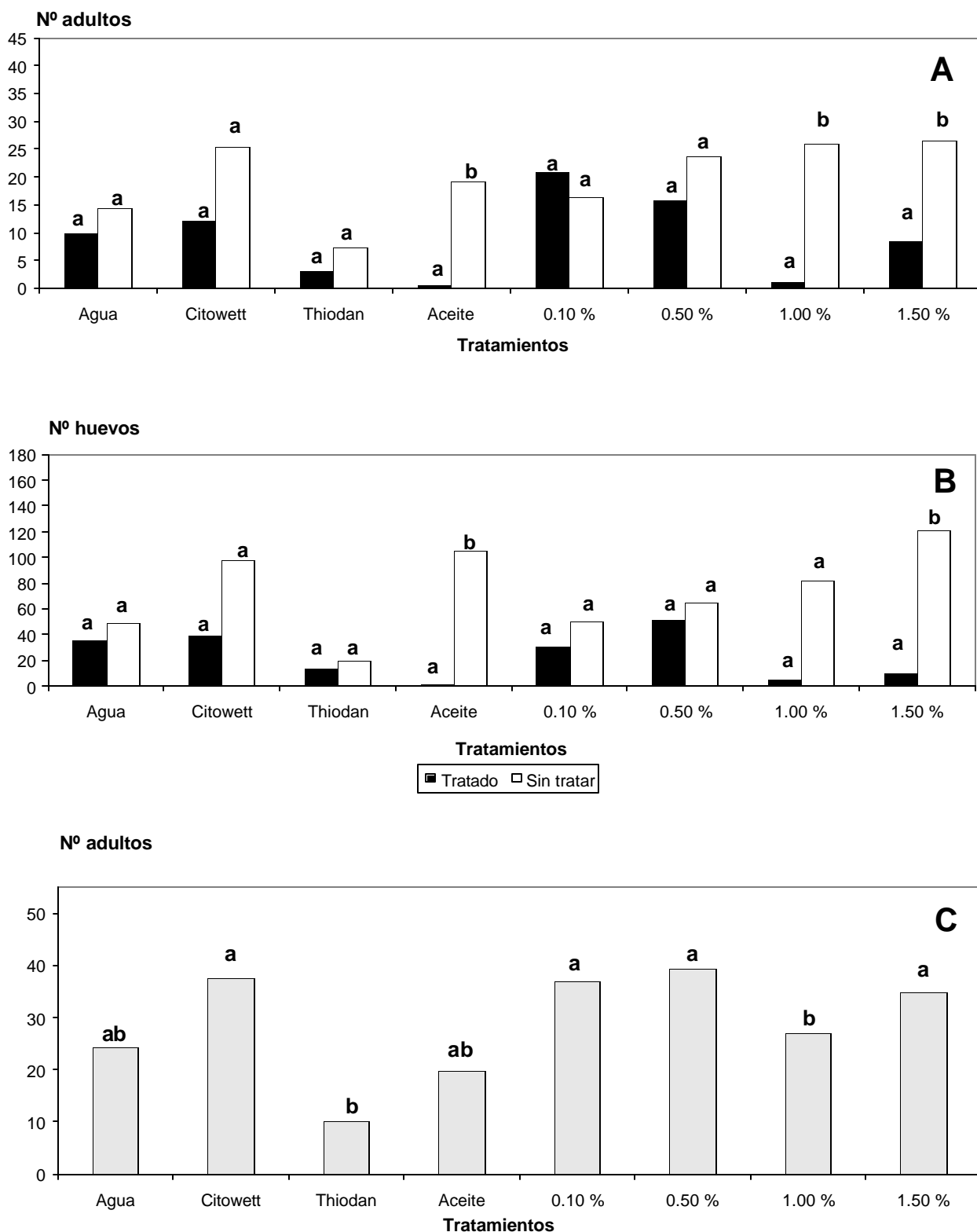


Figura 41. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el perialdehído, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

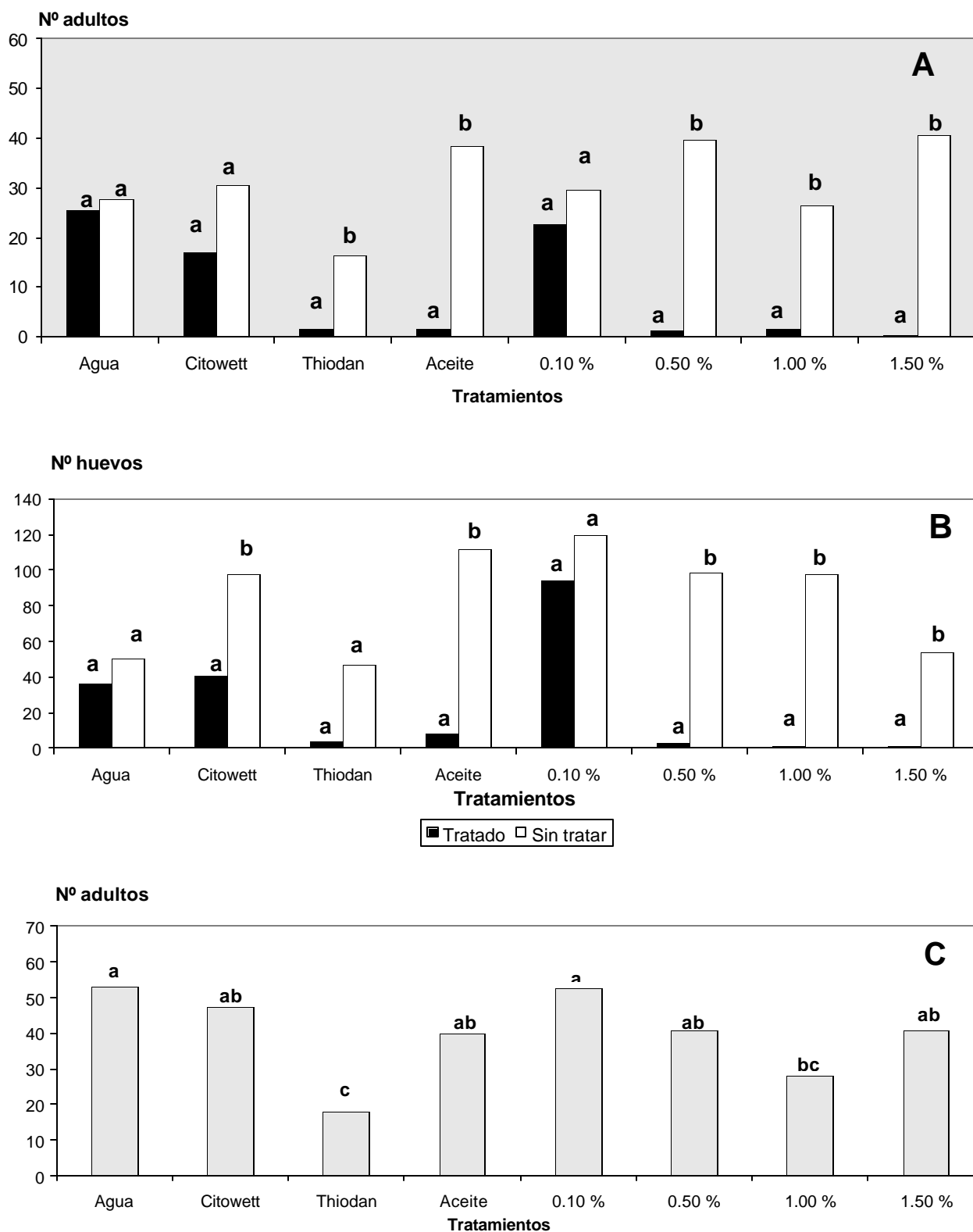


Figura 42. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el *Z*-3-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

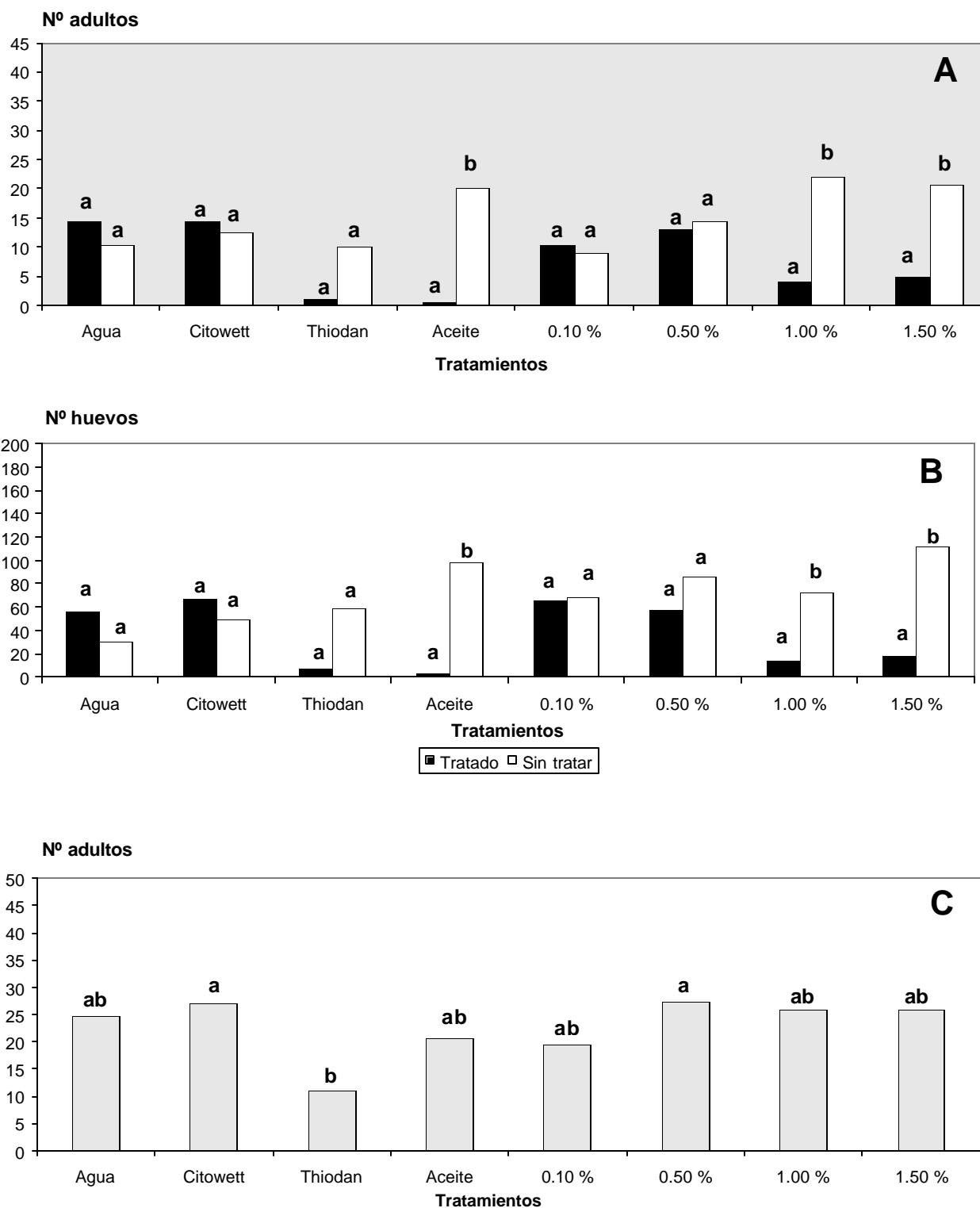


Figura 43. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el *Z-2-hexen-1-al*, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

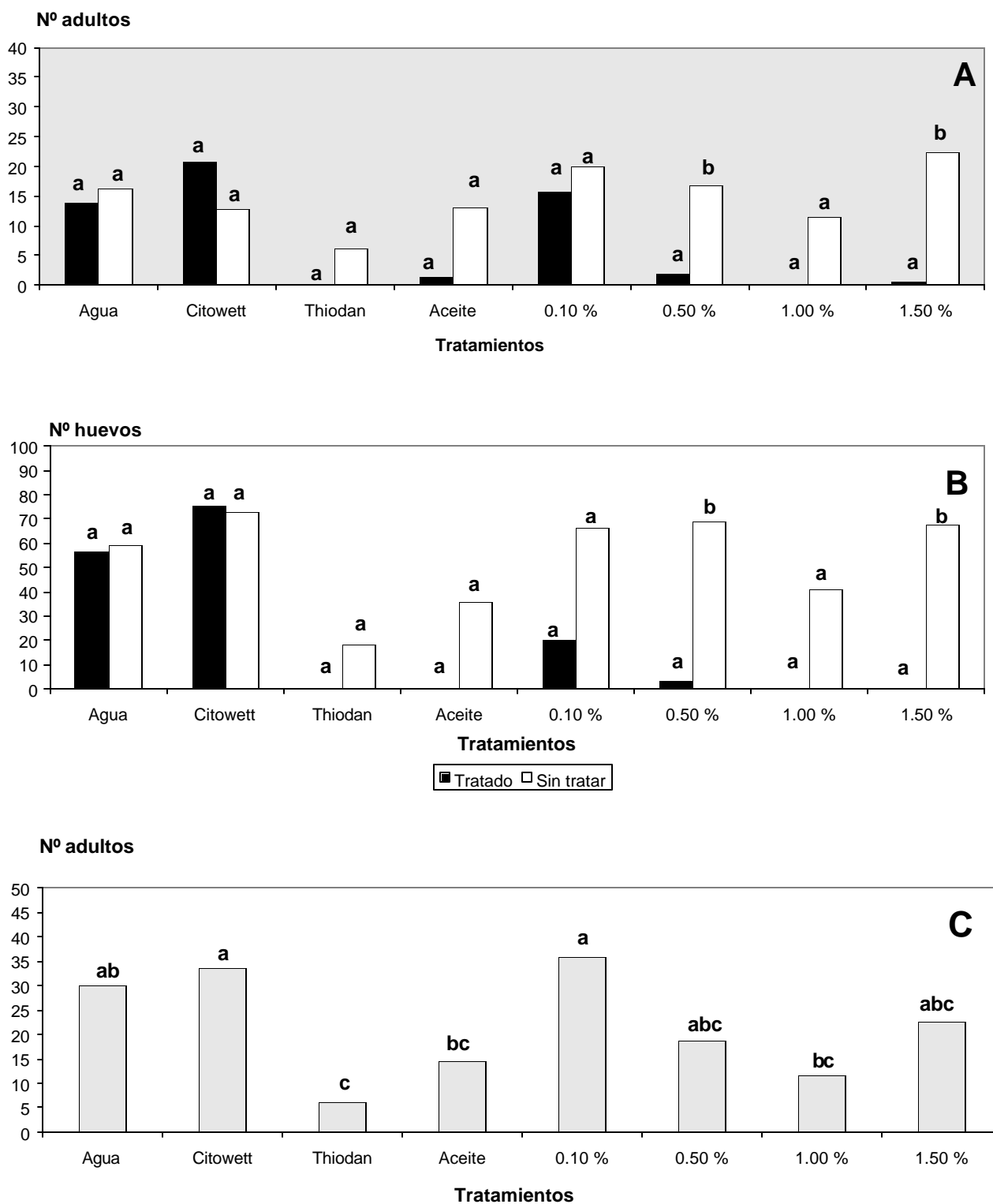


Figura 44. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-3-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

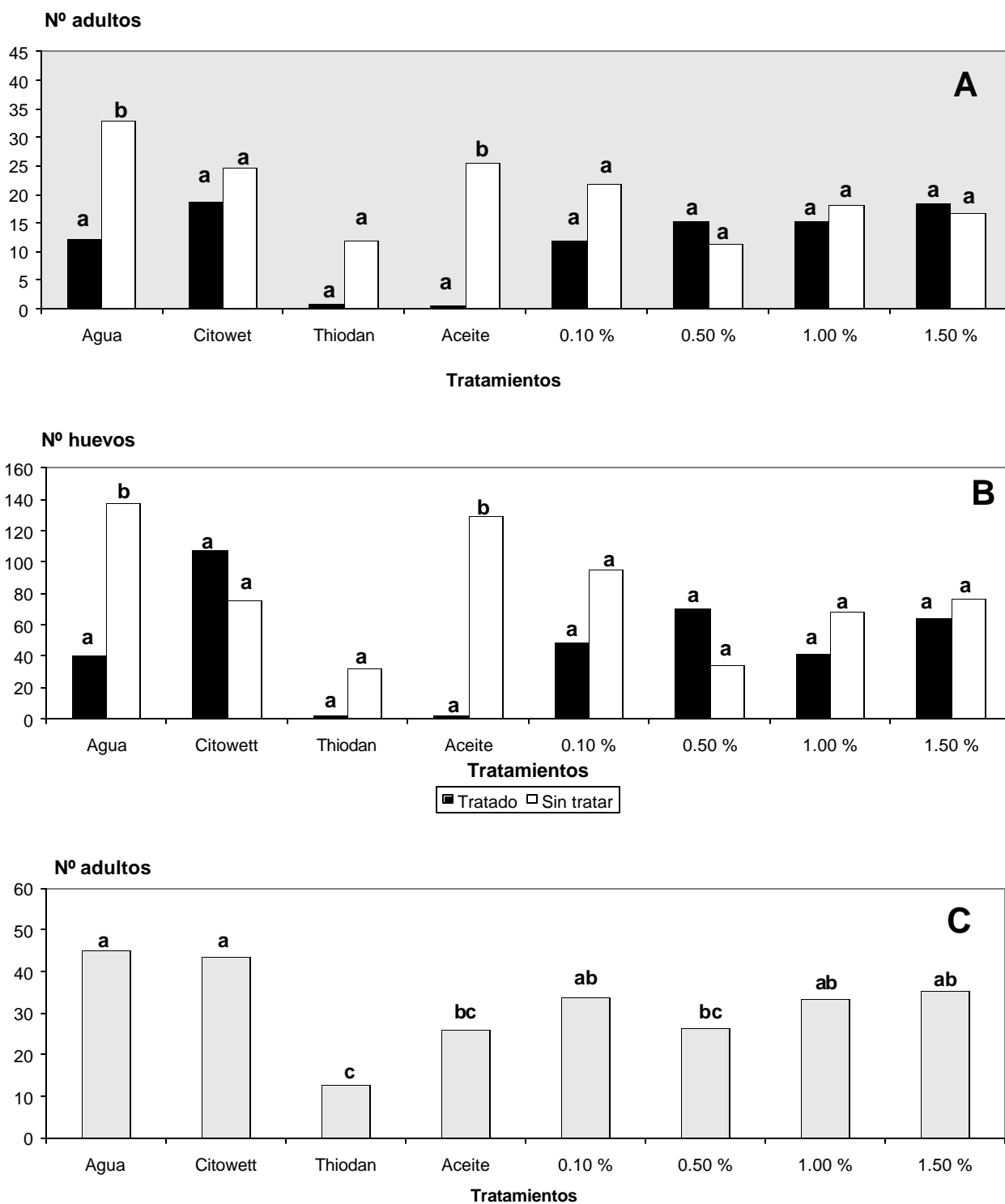


Figura 45. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el E-2-hexen-1-al, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Ni el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión, aunque el testigo absoluto causó fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$).

Con respecto a la mortalidad, hubo tres grupos de tratamientos (Fig. 45C). En un grupo se ubicaron tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$). En un segundo grupo se ubicaron todas dosis y el aceite ($p > 0,05$), mientras que en el tercero se agruparon el aceite y el endosulfán.

Otras sustancias

Al evaluar el salicilato de metilo, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 46A), aunque al 1,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Al 1% hubo una respuesta inversa, con el menor número de adultos posados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$). Para la posible ovidisuasión no hubo evidencia de su presencia con dicha sustancia (Fig. 46B), aunque al 1,5% hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Al 1% hubo una respuesta inversa, con el menor cantidad de huevos depositados en las plantas sin tratar ($p < 0,05$). Ni el testigo absoluto ni el Citowett mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión, aunque el aceite agrícola y el endosulfán causaron fagodisuasión ($p < 0,05$), pero no ovidisuasión.

En relación con la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 46C). En un grupo se ubicaron tres dosis (0,1, 1 y 1,5%), junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$). En un segundo grupo se ubicaron esa mismas dosis, el aceite, agua y el endosulfán.

Al analizar la verbenona, no hubo evidencia de fagodisuasión (Fig. 47A), aunque al 0,1 y 0,5% hubo menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$).

En cuanto a la posible ovidisuasión, no hubo evidencia de su presencia con dicha sustancia (Fig. 47B). Hubo menor cantidad de huevos en las plantas tratadas al 0,1 y 0,5%, pero las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$) y a la inversa en las dos mayores. En cambio, el aceite agrícola causó tanto fagodisuasión como ovidisuasión ($p < 0,05$). Por otra parte, ni el testigo absoluto, el Citowett ni el endosulfán mostraron evidencia de fagodisuasión ni ovidisuasión.

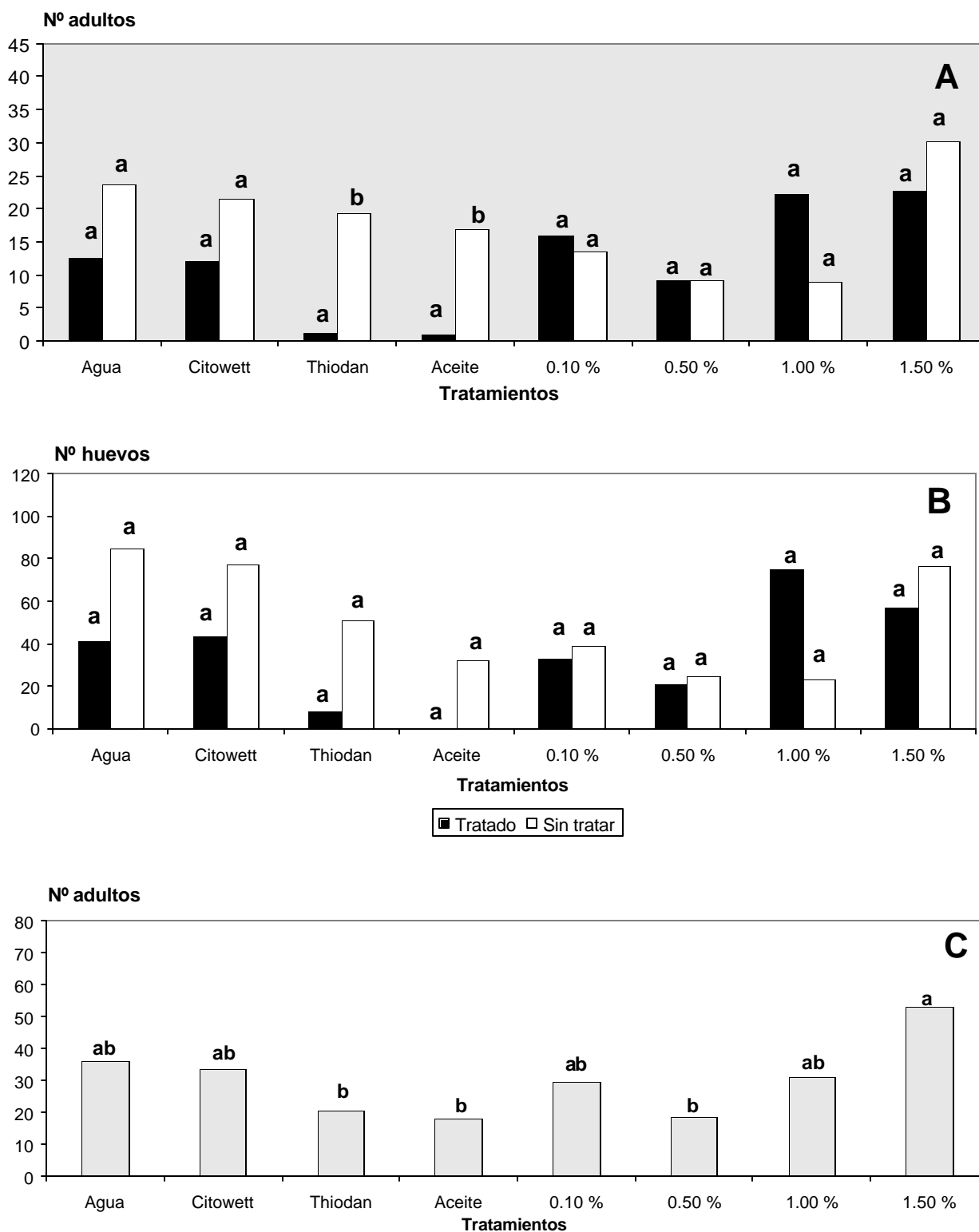


Figura 46. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicado el salicilato de metilo, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre si ($P=0,05$).

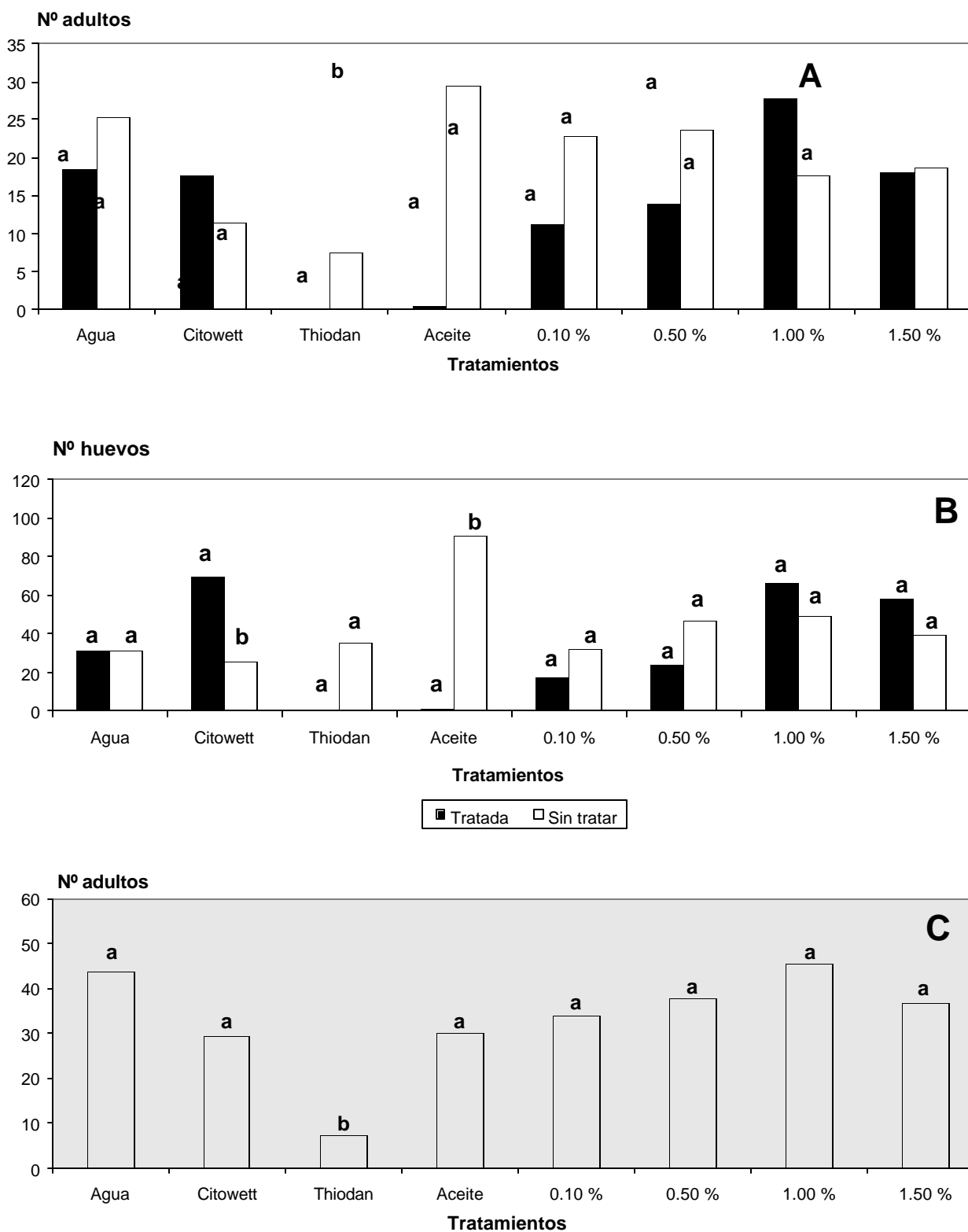


Figura 47. Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados (A) y de huevos depositados (B) a las 48 h de aplicada la verbenona, así como el número de adultos muertos (C) en ese intervalo. Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

Con respecto a la mortalidad, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 47C). En un grupo se ubicaron todas las dosis, junto con el testigo absoluto y el Citowett ($p > 0,05$), mientras que el otro lo conformó el endosulfán solo.

6.2.2. EXPERIMENTOS DE ESCOGENCIA IRRESTRICTA

Sustancias puras

Plantas asperjadas directamente

En el primer recuento de adultos posados, a las 24 h de asperjadas las sustancias puras, el Sunspray mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$), con un adulto, muy contrastante con el testigo absoluto (142 adultos) (Fig. 48A, Anexo 5). El cinamaldehído también mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$), con una tendencia análoga al Sunspray. Hubo cuatro grupos, en un grupo se ubicaron el perialdehído, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$). En el segundo se agruparon el perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al ($p > 0,05$), mientras que en el tercero lo hicieron el cinamaldehído y el 1 hexanal ($p > 0,05$). El último grupo lo conformó el Sunspray solo.

Para el segundo recuento, a las 48 h, el número de adultos aumentó en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray (cinco adultos) y el testigo absoluto (272 adultos) se acentuaron más ($p < 0,05$) (Fig. 48B, Anexo 5). Hubo cuatro grupos. En uno se ubicaron el perialdehído, Z-3-hexen-1-al, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$); en el segundo se agruparon el perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al ($p > 0,05$), mientras que en el tercero lo hicieron el cinamaldehído y el 1 hexanal ($p > 0,05$). El último grupo lo conformó el Sunspray solo.

Para el tercer recuento, una semana después, el número de adultos posados aumentó aún más en todos los tratamientos, especialmente en el 1hexanal y el Sunspray, en donde el aumento fue mayor. El cinamaldehído (101 adultos) mostró un claro efecto disuasivo ($p > 0,05$) (Fig. 48C, Anexo 5), en comparación con el testigo absoluto (438 adultos). Hubo dos grupos. En un grupo se ubicaron tres sustancias (perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al), junto con el testigo absoluto y el Sunspray ($p > 0,05$), mientras que el otro lo conformó el cinamaldehído solo.

Para el cuarto recuento, dos semanas después, parte del follaje de las plantas tratadas con cinamaldehído y perialdehído se intoxicó. El número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos (Fig. 48D, Anexo 5). Hubo dos grupos. En un grupo se ubicaron todas las sustancias ($p > 0,05$), mientras que el otro lo conformó el testigo absoluto y el Sunspray ($p > 0,05$).

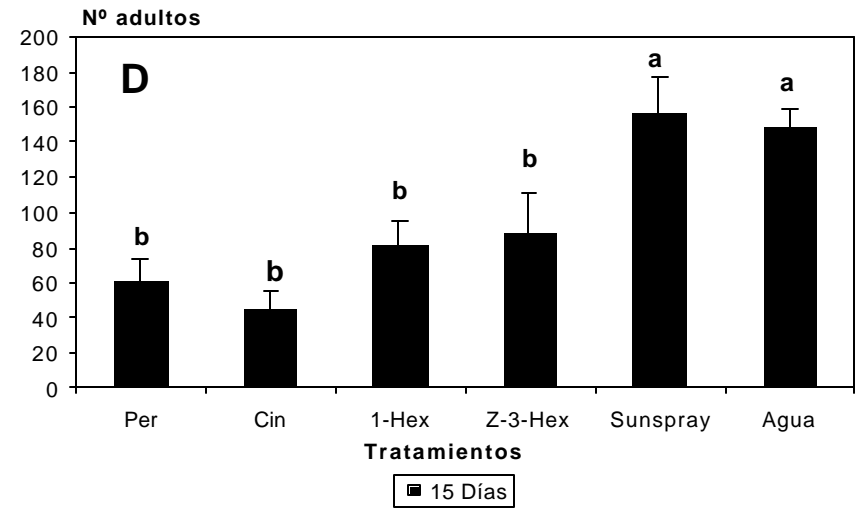
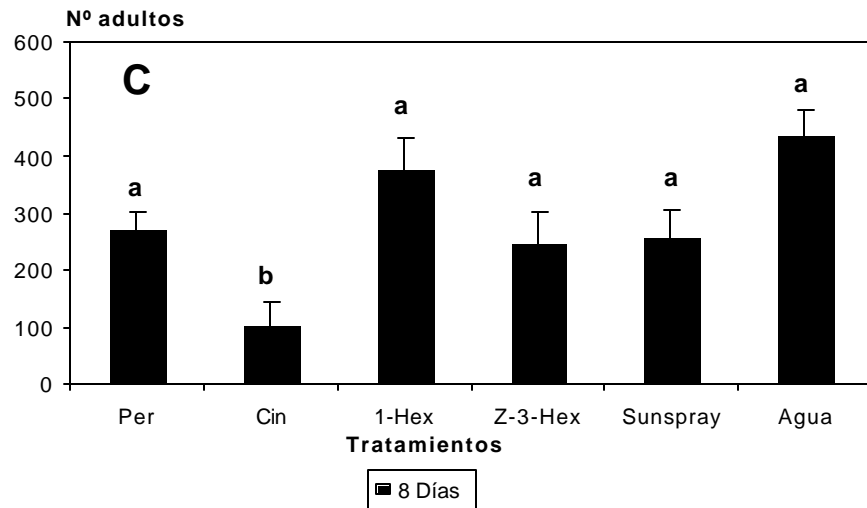
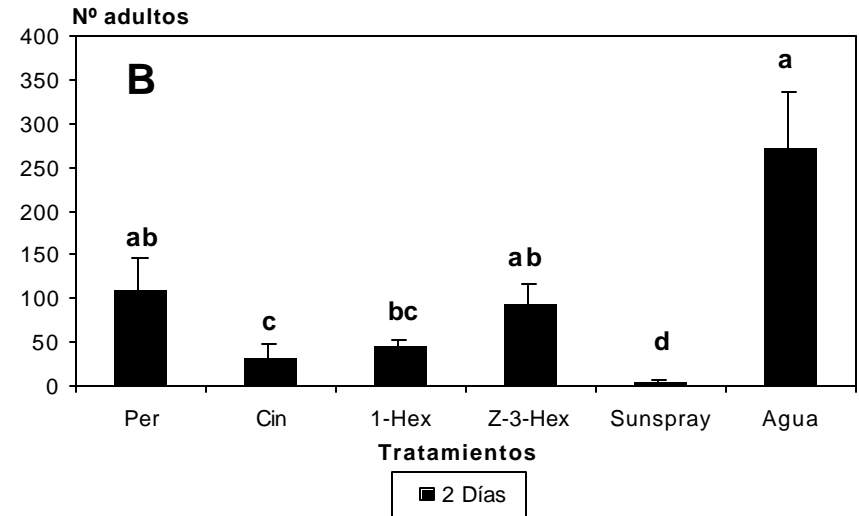
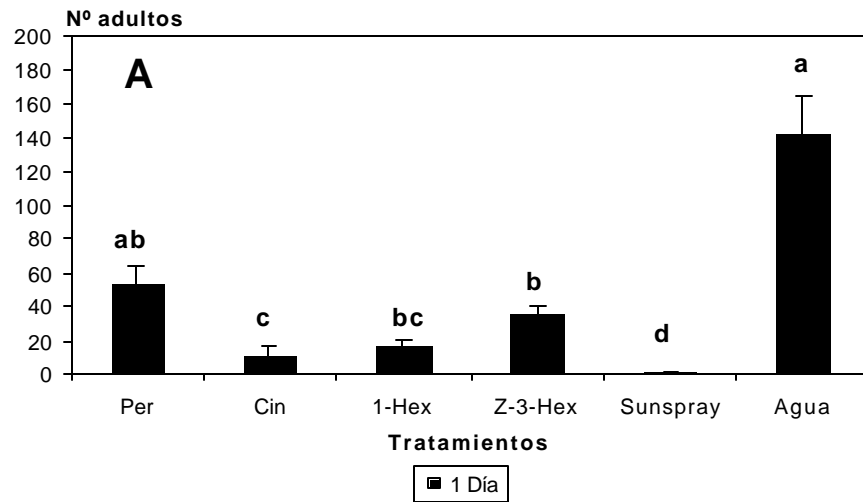


Figura 48: Número promedio de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C) y 15 días (D), en respuesta a cuatro sustancias puras (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

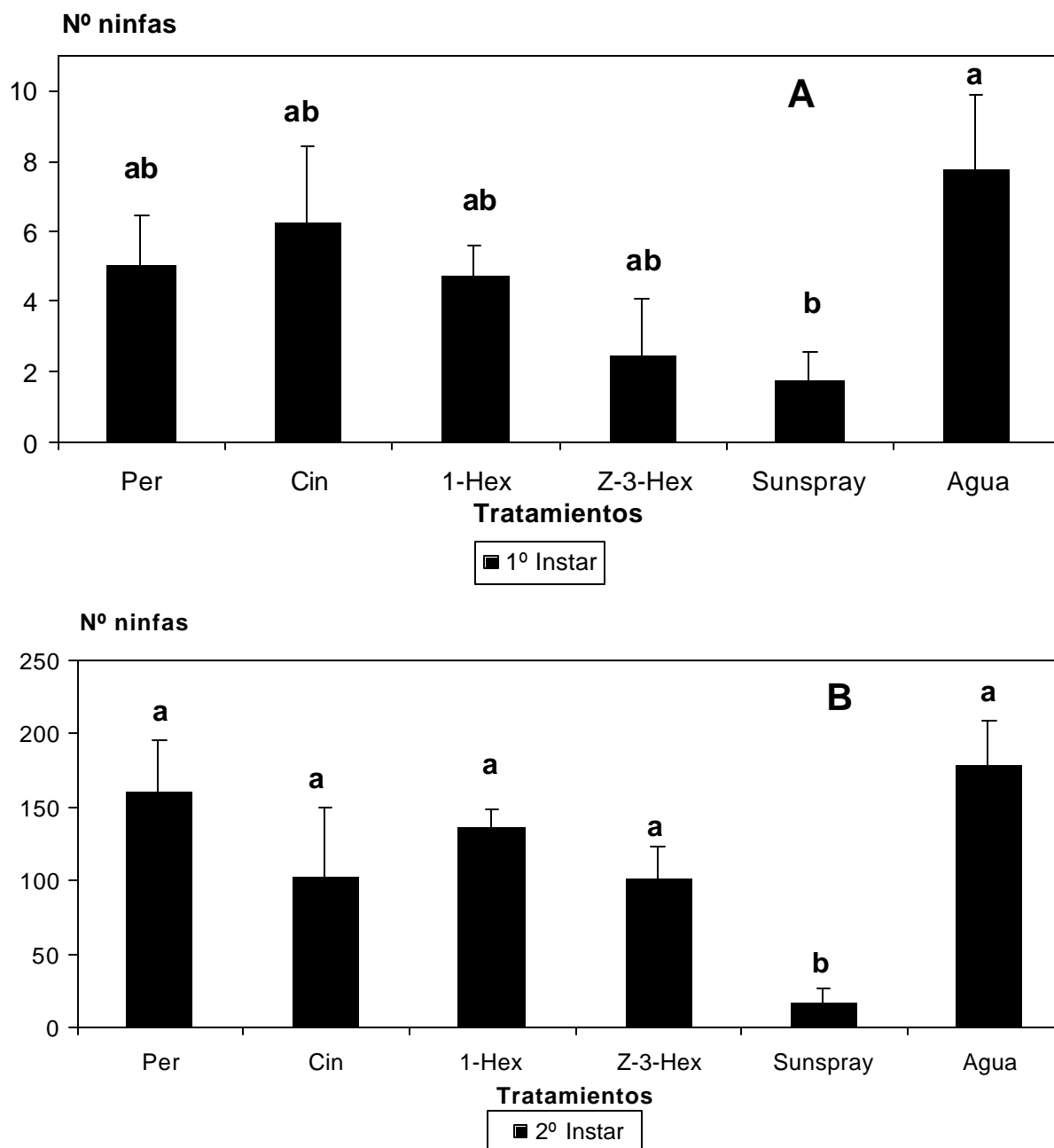


Figura 49. Número promedio de ninfas de *B. tabaci* de los instares I (A) y II (B) en un 1 cm² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro sustancias puras (perialdehído, cinamaldehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí (P=0,05).

Por su parte, en la cantidad de ninfas de instar I, hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 49A, Anexo 6). En un grupo se ubicaron las cuatro sustancias puras, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$), mientras que en el segundo se agruparon el Sunspray y las cuatro sustancias puras ($p > 0,05$). El Z-3-hexen-1-al mostró una respuesta con una tendencia análoga al Sunspray, aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Para el número de ninfas de instar II hubo dos grupos de tratamientos (Fig. 49B, Anexo 6). En un grupo se ubicaron las cuatro sustancias, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$), mientras que el grupo lo conformó el Sunspray solo.

Plantas con dispensador

En el primer recuento de adultos posados, a las 24 h de colocados los dispensadores con las sustancias puras, el Sunspray mostró un claro efecto disuasivo ($p < 0,05$), con un adulto, muy contrastante con el testigo absoluto (78 adultos) (Fig. 50A, Anexo 5). El cinamaldehído y el 1-hexanal mostraron una respuesta con una tendencia análoga al Sunspray, aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Hubo tres grupos. En un grupo se ubicaron todas sustancias, junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$). En el segundo se agruparon todas las sustancias ($p > 0,05$). El último grupo lo conformó el Sunspray solo.

Para el segundo recuento, a las 48 h, el número de adultos prácticamente se duplicó en todos los tratamientos. Las diferencias entre el Sunspray (dos adultos) y el testigo absoluto (173 adultos) se acentuaron más ($p < 0,05$) (Fig. 50B, Anexo 5). Hubo tres grupos. En un grupo se ubicó una sustancia (Z-3-hexen-1-al), junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$); en el segundo se agruparon todas las sustancias ($p > 0,05$); y el último grupo lo conformó el Sunspray solo,

Para el tercer recuento, una semana después, el número de adultos posados aumentó aún más en todos los tratamientos, principalmente el Z-3-hexen-1-al y el Sunspray. El cinamaldehído mostró un claro efecto disuasivo (21 adultos) ($p > 0,05$) en comparación con testigo absoluto (157 adultos) (Fig. 50C, Anexo 5).

Hubo tres grupos. En un grupo se ubicó una sustancia (Z-3-hexen-1-al), junto con el testigo absoluto ($p > 0,05$). En el segundo se agruparon tres sustancias (perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al), junto con el Sunspray ($p > 0,05$). El último grupo lo conformaron el cinamaldehído y el Sunspray ($p > 0,05$).

Para el cuarto recuento, dos semanas después, el número de adultos posados disminuyó en todos los tratamientos (Fig. 50D, Anexo 5). Hubo un solo grupo, conformado por todas las sustancias, junto con

el Sunspray y el testigo absoluto ($p > 0,05$). El cinamaldehído mostró la menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, pero sin diferencias importantes ($p > 0,05$).

Para el quinto recuento, tres semanas después, el número de adultos posados disminuyó aún más en todos los tratamientos (Fig. 50E, Anexo 5). Hubo un solo grupo conformado por todas las sustancias, junto con el Sunspray y el testigo absoluto ($p > 0,05$). El cinamaldehído y el perialdehído mostraron la menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas, aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

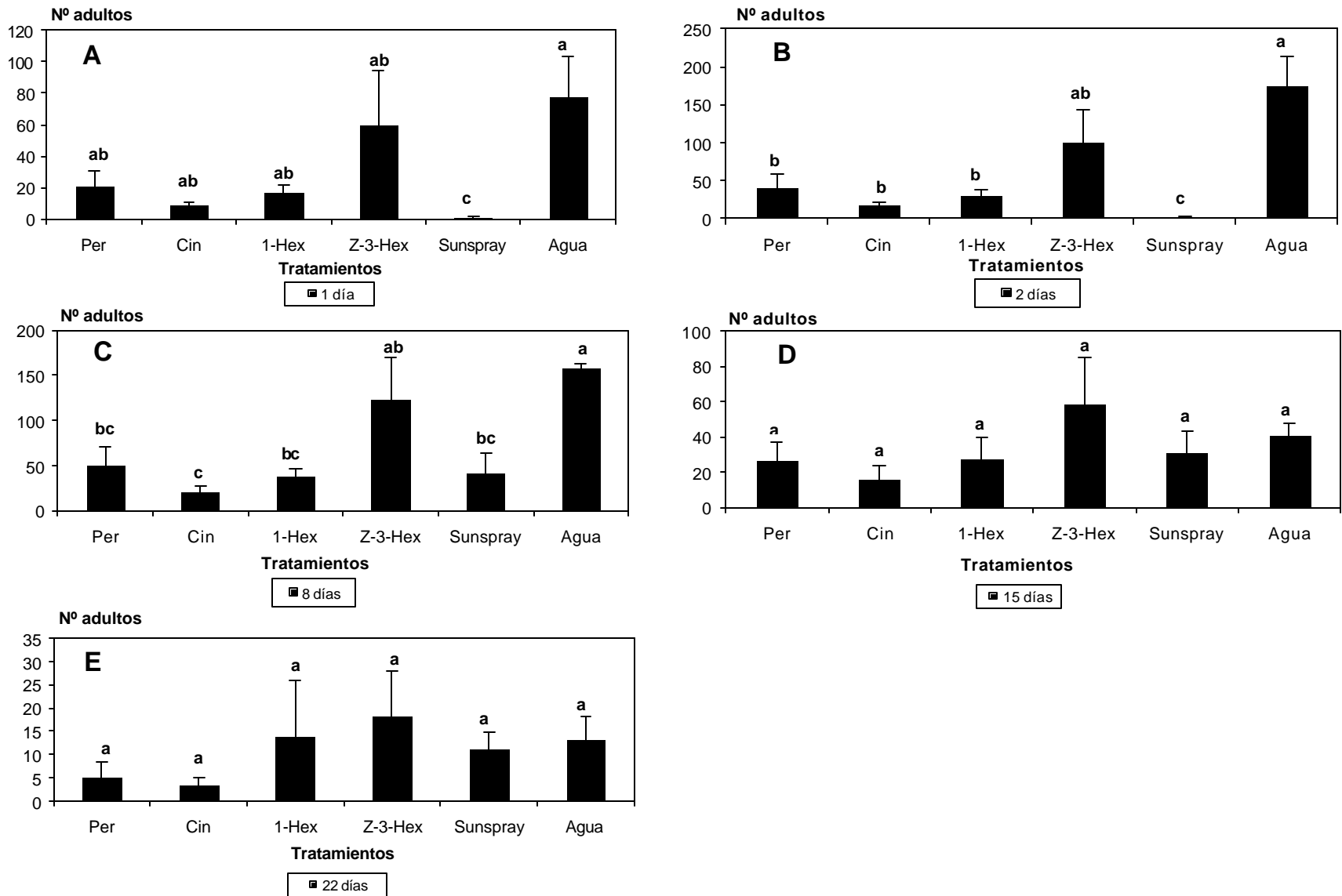


Figura 50. Número promedio de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos de 1 (A), 2 (B), 8 (C), 15 (D) y 22 días (E), en respuesta a cuatro sustancias puras (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal y Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua). Los promedios seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($P=0,05$).

VII DISCUSIÓN

De los tres extractos vegetales evaluados, había evidencias de sus efectos disuasivos sobre los adultos de *B. tabaci* en experimentos con los extractos crudos (Cubillo *et al.* 1997, Gómez *et al.* 1997b, Hilje y Stansly 2001), mientras que para algunas de las sustancias puras de origen vegetal había evidencias de su efecto repelente sobre otras especies de insectos, como en áfidos (*Aphis fabae*) (Hardie *et al.* 1994) y en la mosca casera (*Musca domestica*) (Wilmalaratne *et al.* 1996).

La metodología empleada por algunos de estos autores (Cubillo *et al.* 1997, Gómez *et al.* 1997b), que fue con experimentos de no escogencia (los adultos no tenían una planta no tratada dónde posarse), en realidad no era adecuada para diferenciar entre la toxicidad y los efectos de fago u ovidisuasión. Esta insuficiencia fue superada posteriormente utilizando dos tipos de experimentos (de escogencia restringida y de escogencia irrestricta) (Hilje y Stansly 1999). Dichos experimentos son complementarios y permiten diferenciar entre los tres tipos de efectos (fagodisuasión, ovidisuasión y toxicidad), los cuales podrían manifestarse solos o combinados. Esta fue la metodología utilizada en esta investigación.

Para determinar la repelencia o fagodisuasión (por el menor número de adultos posados) y posible ovidisuasión de las fracciones de extractos vegetales y de las sustancias puras sobre los adultos de *B. tabaci*, se utilizó como criterio la cantidad de adultos vivos posados y el número de huevos depositados en cada planta de tomate a las 48 h, respectivamente. Para la mortalidad, el criterio fue el número de adultos vivos por cada jaula experimental.

Para esta discusión, es importante distinguir entre repelencia y disuasión. Un repelente es una sustancia que provoca reacciones de alejamiento en el insecto, aunque este no haya hecho contacto con la planta que lo emite (Matthews y Matthews 1978), por lo que debe ser volátil; en cambio, un disuasivo o supresor inhibe algún tipo de actividad una vez que el insecto ha sido atraído. Es decir, la diferencia entre ambos es que en el segundo caso el insecto no se aleja del sitio donde está la sustancia y tendría la posibilidad de inocular los geminivirus, mientras que en el primer caso no la tendría. En realidad, es difícil distinguir el efecto repelente y fagodisuasivo experimentalmente, a menos que se cuente con dispositivos complejos y costosos, como los aparatos para elaborar gráficos de penetración eléctrica (Walker y Perring 1994).

Extractos vegetales

Se trabajó con cuatro fracciones de extractos vegetales de *G. sepium*, *Q. amara* y *S. pittieri* obtenidas a partir de una primera mezcla (extracto crudo), la cual fue sometida a un proceso de extracción con cuatro disolventes. El problema principal para obtener una buena extracción es la determinación del disolvente. Según Brewster *et al.* (1970), para la elección de un disolvente se debe tener en cuenta la solubilidad en el mismo de la sustancia a extraer y la facilidad con que puede separarse ésta del disolvente. Los disolventes utilizados en el fraccionamiento de los extractos vegetales se diferencian por sus propiedades físicas y químicas, por lo que son capaces de disolver diferentes tipos de sustancias presentes en dichos extractos. Así por ejemplo, los aceites esenciales por ser menos polares se disolverán en éter y las sustancias más polares en metanol y agua.

En los experimentos de escogencia restringida los resultados claramente demostraron que las plantas tratadas con cualquiera de las cuatro fracciones de los tres extractos siempre tuvieron menos adultos de *B. tabaci* posados, lo que indicó que hubo fagodisuasión. Por tanto, es evidente que todas ellas poseen sustancias que causan fagodisuasión (y posiblemente ovidisuasión) en los adultos de *B. tabaci*. Sin embargo, debido a que cada fracción contiene diversas sustancias, es muy difícil determinar cuáles de ellas ocasionan dichos efectos.

Para el caso de las hojas de madero negro (*G. sepium*) la magnitud de los efectos fagodisuasivos y ovidisuasivos variaron entre cada una de las fracciones. El extracto crudo presentó un efecto disuasivo a las dosis más altas (1 y 1,5%). La fracción metanólica mostró un claro efecto disuasivo y ovidisuasivo a dosis tan bajas como de 0,1%, seguida de la fracción metanol: agua y la fracción etérea, respectivamente. La fracción acuosa no mostró ningún efecto. Estos efectos podrían ser consecuencia de la presencia de varios compuestos químicos producidos por *G. sepium*, entre los que predominan taninos, terpenoides, flavonoides, isoflavonoides y el pinitol (NAPRALERT 2003), así como algunos otros que podrían tener actividad como repelentes, disuasivos o insecticida.

Inicialmente, al evaluar un extracto crudo de hojas de *G. sepium*, Gómez *et al.* (1997b) reportaron un efecto insecticida sobre los adultos de *B. tabaci* pero, por las debilidades metodológicas antes anotadas (experimento de no escogencia), no era posible atribuirle dicho efecto. Más bien, Hilje y Stansly (2001) determinaron que el extracto crudo de las hojas de madero negro causó fago y/o ovidisuasión sobre adultos de *B. tabaci* a una dosis de 1% (v/v), lo cual fue corroborado en este experimento, tanto para el extracto crudo como para algunas de sus fracciones.

Para el caso de la toxicidad, ésta se pudo detectar rápidamente al comparar los datos obtenidos en las fracciones como en el extracto crudo de *G. sepium* con los del endosulfán. En la mayoría de los casos las fracciones y el extracto crudo causaron niveles de intermedios a bajos de mortalidad, con diferencias significativas ($p < 0,05$) con el endosulfán. Estos resultados se debieron quizás a la falta de alimentación o la toxicidad de los adultos más susceptibles. En las jaulas donde una de las plantas de tomate fue tratada con endosulfán, el número de adultos sobrevivientes y de huevos depositados a las 48 h fue casi nulo. La poca cantidad de adultos sobrevivientes sugiere que aún los adultos que inicialmente escogieron la planta no tratada en algún momento entraron en contacto con el insecticida, lo que provocó su muerte.

En el experimento de escogencia irrestricta, el efecto disuasivo no fue muy claro entre las fracciones, en comparación con el aceite agrícola. No obstante, la que más se destacó en las primeras 24 y 48 h fue la fracción acuosa y luego, a las 8 y 15 días, la fracción metanólica presentó el efecto más claro, con el menor número de adultos posados. Las distintas fracciones de *G. sepium* evaluadas en este período no superaron en su efecto fagodisuasivo al aceite agrícola. Esta afirmación se respalda aún más al analizar los datos de desarrollo ninfal, pues no se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre las diferentes fracciones y el testigo absoluto, pero sí con el aceite agrícola. Este efecto pudo ser consecuencia de una menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas con el aceite, aunque es probable que no obedeciera a ovidisuasión *sensu stricto*, sino más bien a que al haber menos hembras posadas, la oviposición en esas plantas fuera menor. Estos resultados sugieren que las fracciones de *G. sepium* a las dosis evaluados no sobresalieron por su efecto disuasivo o repelente sobre los adultos de *B. tabaci*, como sí lo hizo el aceite agrícola.

Para la madera de hombre grande (*Q. amara*), los experimentos de escogencia restringida mostraron una respuesta análoga a la de *G. sepium*, pues fue la fracción metanólica la que mostró un claro efecto fagodisuasivo y de oviposición a dosis tan bajas como de 0,1%, al igual que el extracto crudo, seguido por la fracción metanol: agua, fracción acuosa y fracción etérea. Los primeros dos tratamientos siempre provocaron el menor número de adultos posados y huevos depositados sobre las plantas tratadas, esto indicó que hubo un efecto directo de la fracción y del extracto crudo sobre la reducción.

En la madera de *Q. amara* se encuentra la mayor concentración de cuasinoides (cuasina y neocuasina) con probable actividad insecticida (NAPRALERT 2003). Investigaciones previas realizadas por Cubillo *et al.* (1997), determinaron que las fracciones acuosas y metanólica de madera de *Q. amara* causaron mortalidad de adultos de *B. tabaci*, y que la fracción metanólica superó en efecto a la acuosa. No obstante, esta investigación presentó el mismo problema metodológico descrito para *G. sepium*, ya

que se le atribuyó un efecto insecticida a las fracciones, pero que más bien era disuasivo. Sin embargo, se requieren estudios más detallados y con técnicas refinadas sobre el comportamiento de alimentación y oviposición, para poder diferenciar su verdadero efecto (repelente, disuasivo o insecticida). Por ejemplo, Mancebo *et al.* (2000), utilizando extractos metanólicos de madera y de hojas *Q. amara* determinó un efecto claramente disuasivo sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Pyralidae) a concentraciones tan bajas como de 0,32% para los extractos de madera y tan altos como de 3,16% para los extractos de hojas.

El hecho de que hubo un efecto tan claro en la fracción metanólica y el extracto crudo a dosis tan bajas, es importante desde el punto de vista del potencial aprovechamiento por parte de la industria agroquímica, ya que se podrían obtener productos formulados de una forma adecuada que potencien dichos efectos y que por su bajo precio e improbable efecto tóxico sean asequibles para los agricultores. Otra gran ventaja con los extractos de *Q. amara* para su utilización en programas de manejo integrado de plagas es su bajo o nulo riesgo para la salud de los agricultores y los consumidores. Según García *et al.* (1996) los extractos acuosos de la madera, en dosis de hasta 1000 mg/kg administradas oralmente, no causan efectos tóxicos de tipo agudo en ratones, lo cual indica que no implican riesgos si se ingieren; de hecho, en la medicina tradicional estas sustancias se emplean como un agente digestivo e incluso protegen la mucosa gástrica contra estímulos inductores de lesiones (ulceras) (Badilla *et al.* 1998)

En cuanto a la toxicidad de las fracciones del extracto de *Q. amara*, se pudo detectar por comparación con los datos del endosulfán. En la mayoría de los casos las fracciones y el extracto crudo causaron niveles de mortalidad de intermedios a bajos, con diferencias significativas ($p < 0,05$) con el endosulfán. Estos resultados podrían obedecer a la falta de alimentación o a la toxicidad de los adultos más susceptibles. En las jaulas donde una de las plantas de tomate fue tratada con el endosulfán, el número de adultos sobrevivientes y de huevos depositados a las 48 h fue casi nulo. Al igual que para el madero negro, la baja cantidad de sobrevivientes sugiere que los adultos que inicialmente escogieron la planta no tratada entraron en contacto con el insecticida y esto causó su muerte.

Los resultados del experimento de escogencia irrestricta de *Q. amara* indicaron un efecto disuasivo muy claro en la fracción metanólica en todo el estudio pero, al igual que *G. sepium*, las distintas fracciones no superaron el efecto del aceite agrícola. Al analizar el desarrollo ninfal para los instares I y II, la fracción metanólica presentó el menor número de ninfas, pero tampoco superó al aceite. El menor número de ninfas pudo ser consecuencia de una menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas con la fracción metanólica y con el aceite, pero es probable que, al igual que para el madero negro, no obedeciera a ovidisuasión *sensu stricto*, sino a la menor cantidad de hembras posadas

en las plantas. Estos resultados son importantes desde el punto de vista de la eficacia relativa de la fracción metanólica de *Q. amara*, ya que a una dosis de 0,1% mostró efecto fagodisuasivo sobre los adultos de *B. tabaci*, con una tendencia análoga a la del aceite agrícola.

Con las fracciones del fruto de tacaco cimarrón (*S. pittieri*), la magnitud de los efectos de las diferentes fracciones en cuanto a fagodisuasión y ovidisuasión también variaron. El efecto más claro lo presentó la fracción acuosa, a dosis tan bajas como de 0,5%, seguida de la fracción metanol: agua, la etérea y la metanólica, respectivamente. Investigaciones previas con el extracto crudo de los frutos de tacaco cimarrón determinaron un efecto fago y/o ovidisuasivo sobre adultos de *B. tabaci* a una dosis de 0,1 y 0,5% (v/v) respectivamente (Hilje y Stansly 2001). Por ejemplo, Mancebo *et al.* (2001) utilizando una fracción semipurificada de *S. pittieri* determinó un efecto tóxico sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Pyralidae) a concentraciones de 3,20 y 10% (p/v). Castro *et al.* (1997) aislaron de los frutos y de la parte aérea de *S. pittieri* seis tacacósidos que son compuestos químicos del grupo de las saponinas, con propiedades antitumorales, pero se desconoce si algunos son los que causan los efectos anotados sobre *B. tabaci* y *H. grandella*.

En relación con la toxicidad de las fracciones del extracto de *S. pittieri*, en la mayoría de los casos las fracciones y el extracto crudo causaron niveles de mortalidad de intermedios a bajos, con diferencias significativas ($p < 0,05$) con el endosulfán. Estos resultados pudieron deberse a la falta de alimentación o a la toxicidad que pudieron tener los adultos más susceptibles. Al igual que en los dos casos previos, en las jaulas donde una de las plantas de tomate fue tratada con endosulfán, el número de adultos sobrevivientes y de huevos depositados a las 48 h fue bajo casi nulo, quizás debido a las mismas razones antes anotadas.

En el experimento de escogencia irrestricta de *S. pittieri*, entre las fracciones el efecto disuasivo no fue muy claro al compararlo con el aceite agrícola. Sin embargo, la que más se destacó en las primeras 24 y 48 h fue la fracción acuosa y luego, a las 8 y 15 días, la fracción metanólica presentó el efecto más claro, con el menor número de adultos posados. En general, las distintas fracciones de *S. pittieri* evaluadas no superaron en su efecto al aceite agrícola, excepto la fracción metanólica a los 15 días. Al analizar los datos del desarrollo ninfal no hubo diferencias ($p > 0,05$) entre las diferentes fracciones y el testigo absoluto, pero sí con el aceite agrícola. Al igual que en los dos casos previos, el menor número de ninfas pudo deberse a una menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas con aceite y no a ovidisuasión *sensu stricto*, sino a la menor cantidad de hembras posadas en las plantas. Estos resultados sugieren que las fracciones de *S. pittieri* a las dosis evaluadas no tienen ningún efecto sobre el desarrollo ninfal de *B. tabaci*.

En síntesis, al comparar las respuestas obtenidas por cada una de las fracciones de los extractos vegetales y los extractos crudos, se pudo observar que en todos los casos los efectos de fagodisuasión y ovidisuasión son más claros en los extractos crudos. Lo anterior se pudo deber a que al estar todos los compuestos juntos en el extracto crudo se provocó un sinergismo que aumenta el efecto de dichos extractos favoreciendo la fagodisuasión y la oviposición. Según Warthen (1990) cuando los compuestos disuasivos puros son analizados individualmente, a la misma concentración en que se presentan en las plantas, hay menor actividad que en la planta misma, y que tales sustancias son siempre disuasivas pero a altas dosis. Sin embargo, cuando todos los componentes individuales son combinados, hay un efecto aditivo que produce una disuasión semejante al efecto producido por la planta misma.

También es importante destacar que al comparar las respuestas obtenidas por cada una de las fracciones de los tres extractos vegetales y el aceite agrícola, en 16 de los 18 experimentos realizados los efectos fagodisuasivos más claros se obtuvieron con el aceite agrícola al 1,5% (v/v). Por otra parte, investigaciones previas indicaron que varios aceites minerales y vegetales pueden disuadir a *B. tabaci* o a otros Aleyrodidae (Butler *et al.* 1988, 1989, Butler y Henneberry 1990, 1991a, 1991b, Larew y Locke 1990, Simons *et al.* 1992, Arias y Hilje 1993, Cubillo *et al.* 1994, Liu y Stansly 1995, Veierov 1996, Gómez *et al.* 1997a), aunque la metodología empleada no permitía separar claramente dicho efecto de el de mortalidad por toxicidad.

La disuasión detectada con el aceite agrícola quizás podría ser de tipo táctil (Larew y Locke 1990), dada la naturaleza química de este tipo de sustancia. Sin embargo, se sabe que antes de insertar su estilete en la planta, los adultos de *B. tabaci* palpan o frotan con la punta del labio, donde poseen siete pares de setas sensoriales pequeñas, aparentemente con función quimiorreceptora o mecano-quimiorreceptora (Walker y Gordh 1989). Por tanto, la repelencia de tipo olfativa no debería descartarse. En todo caso, para el caso de *B. tabaci* lo que interesa es obtener sustancias que actúen a distancia para evitar la inoculación del geminivirus en las plantas (Hilje 2001).

Por otra parte, hubo incongruencias para algunos tratamientos entre las plantas tratadas y las sin tratar en términos de las diferencias, que no siempre fueron significativas estadísticamente e, incluso a veces hasta hubo más adultos o huevos en las plantas sin tratar. Esto último no tiene una explicación lógica, aunque lo primero se podría atribuir a una gran variabilidad entre las repeticiones de cada tratamiento, quizás debida a la proporción de sexos disímil, etc.

Asimismo, en algunas fracciones de los extractos se detectó una baja eficacia, la cual no puede imputarse a su calidad, pues se encontraban en refrigeración y, además, su disolución en cada

disolvente se realizó el mismo día en que se aplicaron a las plantas. Una posible explicación podría ser el tipo de disolvente utilizado en cada fracción, los cuales se podrían volatilizar debido a las altas temperaturas presentes en el invernadero, afectando en alguna medida los principios fagodisuasivos presentes en cada fracción. Así, por ejemplo, los aceites esenciales, por su naturaleza volátil quizás se adhirieron al extracto etéreo y las sustancias más polares a la fracción metanólica. Por lo tanto, los componentes de la fracción etérea podrían ser muy volátiles y perderse a altas temperaturas.

Si bien esto también podría haber ocurrido dentro de las pequeñas jaulas de los experimentos de escogencia restringida, es probable que el hermetismo, debido a sus paredes de vidrio o de malla muy fina de dichas jaulas, contribuyera a mantener la eficacia de los principios activos. Por el contrario, en los experimentos de escogencia irrestricta las macetas con cada planta colocadas sobre la mesa en un espacio abierto, estuvieron expuestas a altas temperaturas y a la influencia del viento, provocando quizás una pérdida de eficacia, por degradación o descomposición de los principios fagodisuasivos presentes en las fracciones.

Sustancias puras

En cuanto a las sustancias puras, los resultados más definidos se obtuvieron con los alcoholes (eugenol, 1-hexanol) y los aldehídos (nonanal, 1-hexanal, cinamaldehído, perialdehído, Z-3-hexen-1-al, Z-2-hexen-1-al, E-3-hexen-1-al). Todas estas sustancias puras, al igual que ocurrió con las fracciones de los extractos vegetales, causaron ya sea fagodisuasión, posible ovidisuasión o ambos efectos, a dosis tan bajas como 0,1 o 0,5%.

Con los alcoholes, la magnitud de los efectos fagodisuasivos y posiblemente ovidisuasivos variaron entre cada una de las sustancias, sin mostrar grandes diferencias entre ellos. El eugenol tuvo un efecto disuasivo a una dosis de 0,5%, y en el patrón de oviposición tuvo una ligera tendencia aunque no fue significativa ($p > 0,05$). A las dosis más altas (1 y 1,5%) el follaje de las plantas se intoxicó. En un experimento previo utilizando eugenol U.S.P. (guayacolato de glicerilo), Gómez *et al.* (1997a) no detectaron efecto repelente ni disuasivo. Por su parte el 1-hexanol mostró un efecto fagodisuasivo y posiblemente ovidisuasivo al 1%; al igual que el eugenol, intoxicó el follaje a la dosis más alta (1,5%).

Con los aldehídos una mayor cantidad de sustancias puras presentó efectos fagodisuasivos y posiblemente ovidisuasivos. No obstante, tal y como se observó en los alcoholes, la magnitud de éstos varió para cada una de las sustancias. Entre los aldehídos, los que mejor respuesta tuvieron fueron: cinamaldehído, perialdehído y Z-2-hexen-1-al, con un efecto fagodisuasivo y posiblemente

ovidisuasivo a las dosis más altas (1 y 1,5%). No obstante, a estas dosis las tres sustancias intoxicaron parte del follaje de las plantas de tomate, por lo que se podría suponer que una menor succulencia por parte de las hojas provocaría que los adultos de *B. tabaci* se posaran en las hojas de las plantas no tratadas.

El Z-3-hexen-1-al mostró un efecto fagodisuasivo y posiblemente ovidisuasivo más claro a tres de las dosis (0,5, 1,0 y 1,5%); a las menores dosis hubo una tendencia, pero no fue significativa ($p > 0,05$). Investigaciones previas realizadas para otras especies de insectos como áfidos (*Aphis fabae*) y la mosca casera (*Musca domestica*) demostraron que ciertas sustancias puras presentes en angiospermas y hojas del árbol de pimienta (*Schinus molle*) tienen un efecto repelente (Hardie *et al.* 1994, Wimalaratne *et al.* 1996).

Debido a que los experimentos de escogencia restringida no permiten comparar la eficacia relativa de cada sustancia pura, se realizó un experimento de escogencia irrestricta. Los resultados de las sustancias puras (perialdehído 0,5%, cinamaldehído 0,5%, Z-3-hexen-1-al 0,5% y 1-hexanal 1%), indicaron que entre las sustancias aplicadas el efecto disuasivo más claro lo presentó el cinamaldehído en todo el período de estudio. En las primeras 24 y 48 h el aceite agrícola superó en su efecto fagodisuasivo a todas las sustancias puras, pero los 8 y 15 días el cinamaldehído presentó el efecto fagodisuasivo más claro, con el menor número de adultos posados sobre las plantas.

Investigaciones previas utilizando cinamaldehído (aceite canela, *Cinnamomun verum*) realizadas por Hilje y Stansly (2001) determinaron un efecto fago y/o ovidisuasivo sobre adultos de *B. tabaci* con dosis tan bajas como 0,1% (v/v). Desde el punto de vista práctico, partiendo de los resultados obtenidos con el cinamaldehído, se deberían realizar experimentos en campo y en invernaderos comerciales, con diversas formulaciones que permitan determinar si efectivamente se puede impedir que *B. tabaci* inocule los geminivirus en las plantas.

Es importante resaltar que con el cinamaldehído y el perialdehído las plantas aplicadas sufrieron una intoxicación del follaje, afectando en cierta medida la succulencia de las plantas y posiblemente la cantidad de adultos posados sobre dichas plantas. Al analizar los datos de desarrollo ninfal solo se observaron diferencias ($p < 0,05$) con el aceite agrícola en el instar II. El menor número de ninfas observadas podría ser consecuencia de una menor cantidad de huevos depositados en las plantas tratadas con el aceite. No obstante, es probable que no obedeciera a ovidisuasión *sensu stricto*, sino más bien a que, al haber menos hembras posadas, la oviposición en esas plantas fuera menor. Por lo tanto, estos resultados sugieren que las sustancias puras aplicadas a las dosis evaluadas no tienen ningún efecto sobre el desarrollo ninfal de *B. tabaci*.

En los experimentos de escogencia irrestricta en el invernadero, en el que las plantas fueron expuestas en macetas descubiertas sobre una mesa a la colonia de *B. tabaci*, a pesar de la cercanía con que se ubicó una planta tratada de otra se detectaron diferencias entre las fracciones de los extractos, las sustancias, el aceite agrícola y el testigo absoluto. La poca distancia dificultaría el diferenciar los efectos debido a que los olores producidos por las sustancias volátiles pueden de alguna forma interferir en la respuesta de los adultos de *B. tabaci* ante dichas sustancias. Por lo tanto, las diferencias detectadas podrían ampliarse al separar más las plantas y así obtener una sustancia que tenga la capacidad de repeler o bien inhibir la alimentación u oviposición de los adultos de *B. tabaci*.

Con los dispensadores de liberación la respuesta de las sustancias puras fue muy similar a la observada con la aplicación directa, destacándose el dispensador que contenía el cinamaldehído. Es importante destacar que la cantidad de adultos posados disminuyó en las plantas tratadas, en comparación con las plantas no tratadas y el estado fisiológico de las plantas mejoró, debido a que no hubo intoxicación de follaje. Esto indicó que el uso de dispensadores permitió liberar una cantidad de sustancia determinada que realmente repele a los adultos de *B. tabaci*, sin dañar el follaje de las plantas. También, que con los dispensadores la persistencia de la sustancia dentro del invernadero fue de aproximadamente de 22 días, la cual podría ser mayor; sin embargo, el período de evaluación fue de apenas de 22 días, debido a que las plantas no mostraron un desarrollo adecuado. Las sustancias en los dispensadores tienen una persistencia de 60 días, aproximadamente (Lilliana González 2003, ChemTica International, com. pers.).

En cuanto a las sustancias puras, éstas han sido evaluadas más para otro tipo de plagas (áfidos y coleópteros) y no específicamente para *B. tabaci*. No obstante, algunas de las sustancias, como el cinamaldehído, que mostró un claro efecto repelente, tendrían un uso potencial en programas de manejo de plagas, especialmente cuando está formulada en dispensadores de liberación controlada; éstos garantizan una mayor persistencia y evitan que las plantas se intoxiquen. En realidad, la respuesta ante una sustancia volátil podría variar dependiendo de la especie de insecto o del biotipo, y mientras que para algunas especies podría actuar como repelente, para otras podría hacerlo como atrayente. Por tanto, cuando se alude a ellos se debe de identificar con claridad la especie o biotipo afectado por cierto compuesto volátil (Norris 1990). Por lo tanto, en el caso de *B. tabaci*, el tipo de formulación en un dispensador permitió al cinamaldehído expresar su efecto repelente de una forma más clara.

En términos generales, es importante destacar que tanto en las fracciones de los tres extractos vegetales como en las sustancias puras evaluadas no se observó un efecto claro de dosis-respuesta, es decir, que conforme se incrementó la dosis la respuesta fagodisuasiva (y posiblemente ovidisuasiva) aumentara en la misma proporción. Una de las posibles causas por las cuales no se obtuvo una respuesta

fagodisuasiva en tal sentido podría ser la variabilidad entre las repeticiones. Por ejemplo, Pickett *et al.* (1997) determinaron que las sustancias semioquímicas no muestran un efecto dosis-respuesta, y argumentan que esta es una característica de este tipo de sustancias, pues la respuesta etológica no necesariamente es aumentada simplemente al incrementar la magnitud del estímulo; es decir, que la respuesta ante una sustancia semioquímica no necesariamente es aumentada de manera lineal al incrementar su dosis. Este fenómeno se observó tanto en varias fracciones de los extractos como en algunas sustancias puras, debido a que a dosis bajas (0,1 y 0,5%) se detectaron respuestas, pero a mayores dosis (1 y 1,5%) no hubo respuesta.

Para separar los posibles efectos disuasivos y/o repelente que pudieran estar presentes tanto en las fracciones de los extractos vegetales como de las sustancias puras, de la mortalidad directa *sensu stricto*, en prácticamente en ninguno de los casos hubo diferencias ($p > 0,05$) con respecto al aceite agrícola. En las jaulas donde una de las plantas de tomate fue tratada con el aceite agrícola, el número de adultos sobrevivientes a las 48 h fue casi igual al de las fracciones y las sustancias puras. A pesar de que el aceite agrícola fue aplicado antes de liberar los adultos de *B. tabaci* dentro de las jaulas, éste no podía causar mortalidad directa, como el endosulfán. Por lo tanto, la baja tasa de adultos posados en las plantas tratadas con el aceite agrícola, al igual que en los experimentos con las fracciones y las sustancias puras, respaldan la hipótesis de que la mortalidad dentro de cada jaula obedeció al estrés térmico, al agotamiento de las reservas de energía o la deshidratación (Veierov 1996).

Asimismo, en casi todos los tratamientos, exceptuando el endosulfán (insecticida utilizado como testigo relativo), el total de adultos vivos en la mayoría de los casos no difirió del testigo absoluto, lo que prueba que los adultos murieron por causas diferentes a la exposición a las fracciones de los extractos vegetales o sustancias puras evaluadas. Estos resultados se pueden atribuir ya sea a la falta de alimentación o toxicidad de los individuos más susceptibles. Esta justificación estaría respaldada por el hecho de que la mortalidad de los adultos fue independiente de la dosis aplicada en cada tratamiento. Una posible explicación a estos resultados sería la inanición, que podría ser el resultado de una primera experiencia desagradable al entrar el adulto en contacto con el extracto, lo cual lo disuadiría de mantenerse alimentando aún cuando este sobre una planta no tratada, o bien a una sobreestimulación que lo indujera a volar, causando la muerte por agotamiento o deshidratación (Hilje y Stansly 2001).

En cuanto a la aplicabilidad de estos resultados en términos prácticos, sería conveniente determinar exactamente si el efecto de las fracciones de extractos y de las sustancias puras es realmente fagodisuasivo o repelente, a través de estudios detallados de comportamiento de alimentación y oviposición de los adultos *B. tabaci*, quizás utilizando técnicas y dispositivos como los gráficos de penetración eléctrica (Walker y Perring 1994). En el caso de que la sustancia fuera fagodisuasiva, el

insecto entraría en contacto con la planta, pero al hacerlo la sustancia lo inhibiría de alimentarse, pero habría la posibilidad de que como vector *B. tabaci* inoculara el geminivirus a los cultivos mientras que si la sustancia es repelente prácticamente no habría tal posibilidad.

En realidad, los experimentos se realizaron bajo condiciones muy controladas y con una alta presión de adultos de *B. tabaci* que, en gran medida, no representan las condiciones reales de campo ni las de un invernadero para la producción comercial de hortalizas. Por tanto, sería conveniente realizar experimentos bajo las condiciones de un invernadero comercial, en donde las plantas no estén expuestas a una alta presión de adultos de *B. tabaci* desde un inicio, para así permitir a las fracciones de los extractos y a las sustancias puras mostrar su mejor efecto, pues se esperaría que la colonización de los cultivos sea más lenta y gradual. De esta manera se podría determinar si realmente las distintas fracciones de los extractos vegetales y las sustancias puras pueden evitar que los adultos de *B. tabaci* inoculen los geminivirus en aquellos cultivos de importancia económica.

Finalmente, sería importante la participación de la industria agroquímica local, para que formule adecuadamente las sustancias más promisorias. Esto permitiría el aprovechamiento económico de la rica biodiversidad neotropical (Hilje y Hanson 1998), incorporándole mayor valor agregado, y con posibilidades de convertirse en una alternativa de producción para los agricultores.

En el caso de las sustancias puras hay grandes avances, pues la empresa costarricense ChemTica Internacional tiene la capacidad técnica para formular dichos productos en dispositivos de liberación controlada. En cuanto a las fracciones vegetales, ya hay algunos esfuerzos tanto de empresas a nivel nacional (Bougainvillea Extractos Naturales S.A., Guápiles, Costa Rica) como internacional (Extractos Vegetales de Centroamérica, Tegucigalpa, Honduras) que se dedican a la producción comercial de extractos de hombre grande, para el control de varias plagas.

VIII CONCLUSIONES

- ? ? Varias de las fracciones de los tres extractos vegetales poseen sustancias que pueden causar fagodisuasión (y posiblemente ovidisuasión) en adultos de *B. tabaci*, entre las que sobresalió la fracción metanólica en *G. sepium* y de *Q. amara*, así como la fracción acuosa en *S. pittieri*, que causaron fagodisuasión a dosis tan bajas como 0,1, 0,1 y 0,5%, respectivamente.
- ? ? Algunas de las sustancias puras pueden causar repelencia en adultos de *B. tabaci*, entre las que sobresalió el cinamaldehído.
- ? ? Ninguna de las fracciones de los extractos vegetales ni de las sustancias puras superaron al aceite agrícola en su efecto fagodisuasivo sobre los adultos de *B. tabaci*.
- ? ? Ninguna de las fracciones de los extractos vegetales ni de las sustancias puras, e incluso el aceite agrícola, tuvieron una residualidad mayor de 8-15 días.
- ? ? Los dispensadores de liberación controlada prolongaron el efecto repelente de las sustancias puras.

IX RECOMENDACIONES

- ? ? Establecer experimentos en invernaderos comerciales y en el campo con las sustancias puras más promisorias, para determinar si realmente ellas pueden evitar que los adultos de *B. tabaci* inoculen los geminivirus en tomate y otros cultivos de importancia económica.

- ? ? Involucrar a la industria agroquímica en la formulación preliminar de las fracciones de los extractos vegetales más promisorias, y establecer experimentos en invernaderos comerciales y en el campo para determinar si realmente ellas pueden evitar que los adultos de *B. tabaci* inoculen los geminivirus en tomate y otros cultivos de importancia económica.

- ? ? Profundizar en la caracterización química de las sustancias fagodisuasivas presentes en las fracciones de los extractos, así como en las respuestas de alimentación y oviposición por parte de los adultos de *B. tabaci*.

- ? ? En los experimentos de escogencia irrestricta, se debe ampliar la distancia entre las plantas tratadas sobre la mesa para evitar que los olores emanados de las sustancias volátiles puedan interferir en el comportamiento de los adultos de *B. tabaci*.

X BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*) a diferentes estadios de desarrollo de la planta. Tesis Lic. Ing. Agr. Turrialba, CR, UCR. 73 p.
- Aguilar, A., Kass, D.C., Mora, G.A., HILJE, L. 2003. Fagodisuasión de tres extractos vegetales sobre los adultos de *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 68:62-70.
- Alan, E.; Barrantes, U. 1988. Efecto alelopático del madero negro (*Gliricidia sepium*) en la germinación y crecimiento inicial de algunas malezas tropicales. Turrialba. 4(38): 271-278.
- Arias, R.; Hilje, L. 1993a. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 28: 20-25.
- _____; Hilje, L. 1993b. Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 27: 27-34.
- Ajaiyeoba, E.O.; Abalogu, U.I.; Krebs, Oduola, A.M.J. 1999. In vivo antimalarial activities of *Quassia amara* and *Quassia undulata* plant extracts in mice. Journal of Ethnopharmacology, 67:321-325.
- Badilla, B.; Miranda, T.; Mora, G.; Vargas, K. 1978. Actividad gastrointestinal del extracto acuoso bruto de *Quassia amara* (Simarubaceae). Revista de Biología Tropical. 46(2):203-210.
- Balcaza, F.; Fernández, R. 1992. Cultivos bajo cubierta mayor calidad producción, mayor calidad. Campo y Tecnología. no. 5:4-8.
- Barbetii, P.; Grandolini, G.; Fardella, G.; Chiappini, I. 1993. Quassinoids from *Quassia amara*. Phytochemistry. 32(4):1007-1013.
- Bellows, Jr. T.S.; Perring, T.M.; Gill, R.J.; Headrick, D.H. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America. 87: 195-206.

- Benavides, J.E. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, CR. CATIE. v. 2, 306 p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE. no. 236)
- Bethke, J.A.; Paine, T.D.; Nuessly, G.S. 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: 407-411.
- Bink-Moenen, R.M.; Mound, L.A. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. *In* Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Ed. D. Gerling. New Castle, UK. p. 1-12.
- Birkett, M.A.; Chamberlain, K.; Guerrieri, E.; Pickett, J.A.; Wadhams, L.J.; Yasuda, T. 2003. Volatiles from whitefly-infested plants elicit a host-locating response in the parasitoid, *Encarsia Formosa*. *Journal of Chemical Ecology*. 29(7):1589-2861.
- Blackmer, J.L.; Byrne, D.N. 1993. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. *Physiological Entomology* 18: 336-342.
- Bonilla, F. 1995. Período de adquisición, latencia y transmisión de geminivirus en tomate (*Lycopersicon esculentum* L) por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en Costa Rica. Tesis Lic. Ing. Agr. Turrialba, CR, UCR . 70 p.
- Brewster, R.Q., Vanderwerf, C.A., McEwen, W.E. 1970. Curso práctico de química orgánica. Eds. JL Soto; C Montuenga. Madrid. ES. Editorial Alambra. 352 p.
- Brown, J.K. 1990. An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO Plant Protection Bulletin*. 39(1): 5-23.
- _____. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Turrialba, CR, CATIE 66 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 205)
- _____. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin*. 42 (1-2): 3-32.

- Brown, J.K.; Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin: Past and present. *Plant Diseases*. 76: 220-225.
- _____.; Frohlich, D.R.; Rossell, R.C. 1995a. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annal Review Entomology*. 40: 511-534.
- _____.; Bedford, I.D.; Bird, J.; Costa, H.S.; Frohlich, D.R.; Markham, P.G. 1995b. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Biochemical Genetics* 33:205-213.
- _____.; Bird, J.; Frohlich, D.R.; Rosell, R.C.; Bedford, I.D.; Markham, P.G. 1996. The relevance of variability within the *Bemisia tabaci* species complex to epidemics caused by subgroup III geminiviruses. *In Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Eds. D. Gerling; R.T. Mayer. UK. Intercept, p. 77-89.
- Brown, N.R. 1995. The autoecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Ph. D. Thesis, New York. US. Cornell University, 250 p.
- Butler, G.D.; Coudriet, D.L.; Henneberry, T.J. 1988. Toxicity and repellency of soybean and cottonseed oils to the sweetpotato whitefly and the cotton aphid on cotton in greenhouse studies. *Southwestern Entomology*. 13(2): 81-86.
- _____.; Coudriet, D.L.; Henneberry, T.J. 1989. Sweetpotato whitefly: Host plant preference and repellent effect of plant-derived oils on cotton, squash, lettuce and cantaloupe. *Southwestern Entomology* 14(1): 9-16.
- _____.; Henneberry, T.J. 1990. Pest control on vegetables and cotton with household cooking oils and liquid detergents. *Southwestern Entomology*. 15(2): 123-131.
- _____.; Henneberry, T.J. 1991a. Sweetpotato whitefly control: Effect of tomato cultures and plant derived oils. *Southwestern Entomology* 16(1):37-43.
- _____.; Henneberry, T.J. 1991b. Effect of oil sprays on sweetpotato whitefly and phytotoxicity on watermelons, squash and cucumbers. *Southwestern Entomology* 16(1): 63-72.
- Byrne, D.N.; Bellows, Jr. T.S., 1991. Whitefly biology. *Annul Review Entomology*. 36: 431-457.

- Byrne, D.N.; 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. UK. Intercept, 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. 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). *Entomología Experimentalis 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.
- Cáceres, A.; Mejía, T.; Ocampo, R.A.; Villalobos, R. 1995. *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Revisión bibliográfica. In *Potencial de Quassia amara como insecticida natural*. Ed. R.A. Ocampo. Turrialba, CR, CATIE. p. 159-178. (Serie Técnica. Informe Técnico No. 267)
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991. Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, CR. 72 p. (Serie técnica. Informe técnico. no. 180)
- _____. 2002. Evaluación de extractos vegetales y sustancias blandas como repelentes de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). In *Validación de tecnologías de bajos insumos para la producción sostenible de tomate en sistema de ladera*. Turrialba. CR. (Sin publicar).
- Castro, V.; Ramírez, E.; Mora, G.; Iwase, y.; Nagao, T.; Okabe, H.; Matsunaga, H.; Katano, M.; Mori, M. 1997. Structures and antiproliferative activity of saponins from *Sechium pittieri* and *S. talamancense*. *Chemical Pharmacology Bulletin*. 45(2):349-358.
- CIA (Colegio Ingenieros Agrónomos de Costa Rica). 2001. Curso sobre producción en ambiente controlado. San José, CR. 50 p.
- Cohen, S.; Ben Joseph, R. 1986. Preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*), using fluorescent dust to mark insects. *Phytoparasitica* 14: 152-153.

- Cohen, S.; Berlinger, M.J. 1986. Transmission and cultural control of whitefly-borne viruses. *Agriculture Ecosystems Environmental* 17:89-97.
- Costa, H.S.; Ullman, D.E.; Johnson, M.W.; Tabashnik, B.E. 1993. Association between *Bemisia tabaci* density and reduced growth, yellowing, and stem blanching of lettuce and kai choy. *Plant Diseases*. 77(10): 969-972.
- Coudriet, D.L.; Prabhaker, N.; Meyerdik, D.E. 1985. Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of neem seed extract on oviposition and immature stages. *Environmental Entomology* 14(6):776-779.
- Cubillo, D.; Larriva, W.; Quijije, R.; Chacón, A.; Hilje, L. 1994. Evaluación de la repelencia de varias sustancias sobre la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 33: 26-28.
- _____.; Sosa, O.; Sanabria, G.; Hilje, L. 1995. Efecto de un extracto de *Quassia amara* sobre la mosca blanca. In *Potencial de Quassia amara* como insecticida natural. Ed. R.A. Ocampo. Turrialba, CR. CATIE. p. 105-109. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 267)
- _____.; Hilje, L. 1996. Repelentes. In *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Ed. L. Hilje. Turrialba, CR. CATIE. p. 77-83. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37)
- _____.; Sanabria, G.; Hilje, L. 1997. Mortalidad de adultos de *Bemisia tabaci* con extractos de hombre grande (*Quassia amara*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 45:25-29.
- _____.; Sanabria, G.; Hilje, L. 1999a. 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.
- _____.; Sanabria, G.; Hilje, L. 1999b. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 52: 65-71.
- Eichelkraut, K.; Cardona, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. *Turrialba (Costa Rica)*. 39(1): 55-62.

- Dou, J.; McChesney, J.D.; Sindelar, R.D.; Keith, D.; Khan, I.A.; Walker, L.A. 1996. A new quassinoid from quassin-extract of *Quassia amara*. International Journal of Pharmacognosy. 34(5):349-354.
- Evans, D.A.; Raj, R.K. 1988. Extracts of Indian plants as mosquito larvicides. Indian Journal Medical Resources. 88:38-41.
- Fernández, E.J.; Camacho, F.; Díaz, M.; Martínez, E.J. 2002. Efectos de la utilización de mallas de 20 x10 hilos cm-1 (50 mesh) sobre los niveles poblacionales de mosca blanca y trips bajo invernadero en cultivo de tomate y sobre la incidencia del TYLCV en el sureste español. Phytoma no. 135:206-207.
- Franke, G.; Van Balen, L; Debrot, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (Venezuela) 6(2):741-743.
- García, M.; González, S.M.; Pazos, L. 1996. Actividad farmacológica del extracto acuoso de madera de *Quassia amara* (Simarubaceae) en ratas y ratones albinos. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 44(3)/45(1): 47-50.
- Gerling, D.; Horowitz, A.R.; Baumgaertner, J. 1986. Autoecology of *Bemisia tabaci*. Agriculture, Ecosystems and Environment 17:5-19.
- Gómez, P.; Cubillo, D.; Mora, G.A.; Hilje, L. 1997a. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*; 1. Productos comerciales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 46: 9-16.
- _____; Cubillo, D.; Mora, G.; Hilje, L. 1997b. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*; 2. Extractos vegetales. Manejo Integrado Plagas (Costa Rica). no. 46: 17-25.
- Glover, N. 1987. *Gliricidia sepium*: sus nombres dicen su historia. US. NFTA. 2 p.
- Grainge, M.; Ahmed, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York, US, J. Wiley. 470 p.
- Greathead, A.H. 1986. Host plants. In *Bemisia tabaci*. A literature survey. Ed. M.J.W. Cock. Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 17-26.

- Hardie, J., Rufus, I., Pickett, J.A., Wadhams, L.J., Woodcock, C.M. 1994. Methyl salicylate and (-)-(1R, 5S)-myrtenal are plant-derived repellents for black bean aphid, *Aphid fabae* scop. (Homoptera: Aphididae). *Journal of Chemical Ecology*. 20(11):2847-2855.
- Hilje, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 29:51-57.
- _____.; Cubillo, D.; Segura, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 30: 24-30.
- _____. 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 35: 46-54.
- _____. 1996. Introducción. *In* Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Ed. L. Hilje. Turrialba, CR, CATIE. p. VII-XV. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37)
- _____.; Hanson, P. 1998. La biodiversidad tropical y el manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 48: 1-10.
- _____. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en tomate, en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 61:69-80.
- _____.; Stansly, P. 1999. Repellency of a mineral oil against *Bemisia tabaci* adults. *In* Development of crop association for managing geminiviruses vectored by whiteflies in tomatoes. Second Annual Progress Report. Turrialba. CR. 98 p.
- _____.; Stansly, P. 2001. Feeding and oviposition deterrency caused by plant extracts on *Bemisia tabaci* adults. *In* Development of crop association for managing geminiviruses vectored by whiteflies in tomatoes. Final Report. Turrialba. CR. 132 p.
- _____. 2002. Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe: la experiencia de un decenio. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 65: 102-108.
- Hilje, L. 2003. Estatus del manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en América Latina y el Caribe: ocho preguntas pertinentes. *In* Memorias XXX Congreso. Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, Colombia. (CD-ROM).

- Holdridge, L.; Poveda, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, CR, Centro Científico Tropical. 438 p.
- Inostrosa, I; Fournier, L. 1982. Efecto alelopático de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stued (Madero negro).
Revista de Biología Tropical. 30(1):35-39.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection. 19:603-608.
- IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente). 1992. Madero negro *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walpers Fabaceae. Nicaragua. 2 p. (Nota técnica no. 2).
- Jiménez, O.F. 1994. Resumen acumulado de datos agroclimáticos. Turrialba Costa Rica, CATIE. s.p. (Mimeografiado).
- Jovel, J. 1997. Movimientos diarios de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, diseminación local del mosaico amarillo, fuentes de inóculo del ToYMoV-CR en Guayabo, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 93 p.
- _____; Kleinn, C.; Ramírez, P.; HILJE, L. 2000. Distribución espacio temporal virus del moteado amarillo (ToYMoV) en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 57:35-44.
- Larew, H.G.; Locke, J.C. 1990. Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. HortScience (USA) 25 (11): 1406-1407.
- Lastra, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Eds. L. Hilje; O. Arboleda. Turrialba. CR., CATIE. p. 16-19. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 205).
- Larrain, P. 1992. Plagas en cultivos bajo plástico. IPA La Platina. no. 73:41-52.
- León. J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. San José, CR, IICA. 522 p.
- Leskinen, V.; Polonsky, J.; Bhatnagar, S. 1984 Antifeedant activity of quassinoids. Journal of Chemical Ecology 10(10): 1497-1507.

- Lira, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. *In*. Systematic and ecogeographic studies on crop genepools. Roma, IT. IPGRI. p. 163-165.
- Litsinger, J.A.; Price, E.C.; Herrera, R.T. 1978. Filipino farmer use of plant parts to control rice insect pests. *IRRN*. 3(5):15.
- Liu, T.; Stansly, P.A. 1995. Toxicity and repellency of some biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* on tomato plants. *Entomological Experimental et Applicata*-143.
- Lizama, N.; Pihan, R.; Marín, C. 1984. Un tipo de invernadero recomendado para la producción de hortalizas en la zona sur. *IPA Carillanca*. 3(2):2-6.
- López-Avila, A. 1986. Taxonomy and biology. *In Bemisia tabaci* A literature survey. Ed. M.J.W. Cock. Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 3-11.
- López, S. 1995. Evaluación de compuestos secundarios y consumo voluntario de cinco procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, en dos épocas del año, en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 78 p.
- López, G.; Pérez, J.; Kleinn, C. 2001. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario y de los recursos naturales, Turrialba, CR. CATIE. 155 p.
- Mabbett, T. 2001. MIP en el invernadero. *Agricultura de las Américas*. 50(3):4-9.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G.A.; Salazar, R. 2000. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection*. 19 (5):301-305.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G.A.; Castro, V.H.; Salazar, R. 2001. Biological activity of *Ruta chapensis* (Rutaceae) and *Sechium pittieri* (Cucurbitaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Revista de Biología Tropical*. 49(2): 501-508.
- Manners, G.; Jurd, L. 1979. Additional flavanoids in *Gliricidia sepium*. *Phytochemistry* 18(6):1037-1042.

- Markham, P.G.; Bedford, I.D.; Liu, S.; Frolich, D.R.; Rosell, R.; Brown, J.K. 1996. The transmission of geminiviruses by biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius). In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Eds. D. Gerling; R.T. Mayer. UK, Intercept. p. 69-75
- Matthews, R.W.; Matthews, J.R. 1978. *Insect behavior*. New York, US. J. Wiley. 507 p.
- Morales, F.J. 1994. El mosaico dorado del frijol. Avances de investigación CIAT. Cali, CO. 193 p.
- NAPRALERT (Natural Products Alert). 2003. College of Pharmacy. University of Illinois, Chicago. (Base de datos: nap@pcogl.pmpm.uic.edu).
- Nardo, E.A.D. DE; Costa, A.S.; Lorencao, A.L. 1997. *Melia azederach* extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist*, 80(1): 92-94.
- Njar, V.C., Alao, T.O., Okogum, J.I., Raji, Y., Bolarinwa, A., Nduka, E.U. 1995. Antifertility activity of *Quassia amara*: quassin inhibits the steroidogenesis in rat leydig cells in vitro. *Plant medical*. 61:180-182.
- Norris, D. 1990. Repellents. In *CRC Handbook of natural pesticides: Insect attractants and repents*. Eds. ED Morgan; NB Mandava. Boca Ratón, Florida. US, CRC Press. v. 6, p 134-180
- Ocampo, R.A. 1995. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Turrialba, CR, CATIE. 185 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 267)
- Olivera, M.R.V.; Henneberry, T.J.; Anderson, P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop. Protection*. 20:709-723.
- Perez, M. 1998. Producción de hortalizas en invernadero con énfasis en el cultivo de jitomate. In. *Temas selectos en fitosanidad y producción de hortalizas*. Eds. N. Bautista; A. D. Suárez; O. Morales. México, Colegio Postgraduados-Instituto de Fitosanidad, p. 151-168
- Perring, T.M. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Eds. D. Gerling; R.T. Mayer. UK, Intercept, p. 1-16.
- Perring, T.M. 2001. The *Bemisia tabaci* species concept. *Crop Protection* 20(9): 725-737.

- Pettersson, J.; Pickett, J.A.; Pye, B. J.; Quiroz, A.; Smart, L.E.; Wadhams, L.J.; Woodcock, C.M. 1994. Winter host component reduces colonization by bird-cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (homoptera, aphididae), and other aphids in cereal fields. *Journal of Chemical Ecology*. 20(10):2565-2574.
- Pickett, J.A., Wadhams, L.J., Woodcock, C.M. 1997. Developing sustainable pest control from chemical ecology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 64:149-156.
- Pillmoor, J.B.; Wright, K.; Terry, A.S. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. *Pesticide Science*. 39: 131-140.
- 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
- Poveda, L.J. 1995. Taxonomía de *Quassia amara* y su distribución en el neotrópico. *In*. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Ed. R.A. Ocampo. Turrialba, CR, CATIE. p. 11-13. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 267)
- Raji, Y., Bolarinwa, A. 1997. Antifertility activity of *Quassia amara* in males rats in vitro study. *ELSEVIER*. 6(11):1067-1074.
- Ramirez, P.; Maxwell, D. 1995. Geminivirus transmitidos por moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 36: 22-27.
- Rivas, G.; Ramírez, P.; CUBILLO, D.; HILJE, L. 1995. Translocación y cuantificación de geminivirus asociados con el mosaico amarillo del tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 38: 20-24.
- Rivera-Bustamante, R. 1995. Recombinación de geminivirus y sus implicaciones en la agricultura. *In* Memoria IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus. Eds. R. Caballero; A. Pitty. Ceiba (Honduras). 36(1): 99-102.
- Rodgers, P.B. 1993. Potential of biopesticides in agriculture. *Pesticide Science*. 39: 117-129.

- Sabillon, A.; Bustamante, M. 1996. Guía fotográfica para la identificación de plantas con propiedades plaguicidas; Parte I. Tegucigalpa, HN, Zamorano Academic Press. 101 p.
- Salas, J.; Mendoza, O. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomologist* 78(1): 154-160.
- Salazar, E.; Cubillo, D.; Ramírez, P.; RIVAS, G.; HILJE, L. 1998. Severidad del moteado amarillo del tomate y reducción del rendimiento del cultivo en respuesta a la densidad de adultos virulíferos de *Bemisia tabaci*. *Manejo Integrado de Plagas* no. 50: 42-50.
- Santiago, J.; Mendoza, M.; Borrego, F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana*. 9(1):59-65.
- SAS Institute. 1985. SAS user guide: Statistics, Version 5 ed. Cary, North Carolina, SAS Institute Inc. 956 p.
- Schuster, D.J.; Mueller, T.F.; Kring, J.B.; Price, J.F. 1990. Relationship of the sweetpotato whitefly to a new tomato fruit disorder in Florida. *HortScience* 25(12): 1618-1620.
- _____.; Stansly, P.A.; Polston, J.E. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. In *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage control and management. Eds. D. Gerling; R.T. Mayer. UK. Andover, Hants p. 153-165
- Serra, C. 1996. Biología de moscas blancas. In. *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Ed. L. Hilje. Turrialba, CR, CATIE. p. 11-21. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37)
- Serrano, Z. 2002. Construcción de invernaderos. 2 ed. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 499 p.
- SIAP (Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesca). 2001. Análisis agropecuario invernadero. Consultado el 13 de Diciembre de 2002. Disponible en: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/invernmex.html#stop>.
- Simons, J.N.; Simons, J.E.; Simons, J.L. 1992. JMS Stylet-Oil User Guide. Inc. Florida, US, JMS Flower Farms. 34 p.
- Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. Weikersheim, DE, Margraf. 187p.

- Uk, S.; Dittrich, V. 1986. The behavior-modifying effect of chlordimeform and endosulfan on the adult whitefly *Bemisia tabaci* Genn. which attacks cotton in Sudan. *Crop Protection* 5(5):341-347.
- Urriola, D.M. 1994. Efecto de la edad de rebrote sobre la composición química y digestibilidad in vitro de cinco procedencias de *Gliricidia sepium* (jacq) y su aceptabilidad por cabras adultas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- Van Lenteren, J.C; Noldus, L.P.J.J. 1990. Whitefly-plant relationships: Behavioral and ecological aspects. *In Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. Ed. D. Gerling. New Castle, UK, Atheneum. p. 47-89.
- Veierov, D. 1996. Physically and behaviorally active formulations for control of *Bemisia*. *In Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Andover, Hants, UK. p. 557-576.
- Villalobos, R. 1995a. Distribución natural de *Quassia amara* en Costa Rica. *In Potencial de Quassia amara* como insecticida natural. Ed. R.A. Ocampo. Turrialba, CR, CATIE. p. 14-47. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 267).
- Villalobos, R. 1995b. Distribución de *Quassia amara* L. ex Blom en Costa Rica, y su relación con los contenidos de cuasina y neocuasina (insecticidas naturales) en sus tejidos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 174 p.
- Walker, G.P.; Gordh, G. 1989. The occurrence of apical labial sensilla in the Aleyrodidae and evidence for a contact chemosensory function. *Entomological Experimental et Appl.* 51: 215-224.
- Walker, G.P.; Perring, T.M. 1994. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) interpreted from AC electronic feeding monitor waveforms. *Annals of the Entomological Society of America*. 87(3):363-374.
- Warthen, J D; Morgan D. 1990. Insect feeding deterrents. *In CRC Handbook of natural pesticides: Insect attractants and repents*. Eds. ED Morgan; NB Mandava. Boca Ratón, Florida. US, CRC Press. v. 6, p. 23-134.

- Wimalaratne, P.D.C., Slessor, K.N., Borden, J.H., Chong, L.J., Abate, T. 1996. Isolation and identification of house fly, *Musa domestica* L., repellents from pepper tree, *Schinus molle* L. *Journal of Chemical Ecology*. 22(1):49-59.
- Yokomi, R.K.; Hoelmer, K.A.; Osborne, L.S. 1990. Relationship between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. *Phytopathology* 80(10):895-900.
- Zeledón, B. 1990. Uso de extractos del árbol de nim *Azadirachta indica* A. Juss en la protección de plántulas de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. contra mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. Tesis Lic. Ing. Agr. Managua, NI, Escuela de Sanidad Vegetal, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 40 p.
- Zhang, Q-H.; Schlyter, F.; Anderson, P. 1999. Green leaf volatiles interrupt pheromone response of spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*. 25(12):2847-2861.

XI ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de hombre grande (*Q. amara*) preparados para los bioensayos en el invernadero.

Rendimiento de la fracción (R) ¹	Concentración del extracto crudo (% p/v). (C) ²	Concentración de la fracción (% p/v) (R x C) ³ .
Fracción acuosa (H ₂ O)	1,5	0,5306
18,04 g/ 51 g = 0,3537	1,0	0,3537
	0,5	0,17685
	0,1	0,03537
Fracción metanólica:acuosa (MeOH:H ₂ O 1:1)	1,5	0,11175
3,80 g/ 51 g = 0,0745	1,0	0,0745
	0,5	0,03725
	0,1	0,00745
Fracción metanólica (MeOH)	1,5	0,5562
18,91 g/ 51 g = 0,3708	1,0	0,3708
	0,5	0,1854
	0,1	0,03708
Fracción etérea (Éter etílico)	1,5	0,1008
3,43 g/ 51 g = 0,0672	1,0	0,0672
	0,5	0,0336
	0,1	0,00672

¹ R = g fracción/ g extracto crudo; ² C = g extracto crudo x 100/ mL mezcla; ³ R x C = g fracción x 100/ mL mezcla

Anexo 2. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de madero negro (*G. sepium*) preparados para los bioensayos en el invernadero.

Rendimiento de la fracción (R) ¹	Concentración del extracto crudo (% p/v). (C) ²	Concentración de la fracción (% p/v) (R x C) ³ .
Fracción acuosa (H ₂ O)	1,5	0,7844
37,65 g/ 72 g = 0,5229	1,0	0,5229
	0,5	0,26145
	0,1	0,05229
Fracción metanólica:acuosa (MeOH:H ₂ O 1:1)	1,5	0,1791
8,60 g/ 72 g = 0,1194	1,0	0,1194
	0,5	0,0597
	0,1	0,01194
Fracción metanólica (MeOH)	1,5	0,1875
9,00 g/ 72 g = 0,1250	1,0	0,1250
	0,5	0,0625
	0,1	0,0125
Fracción etérea (Éter etílico)	1,5	0,0060
0,29 g/ 72 g = 0,0040	1,0	0,0040
	0,5	0,0020
	0,1	0,0004

¹ R = g fracción/ g extracto crudo; ² C = g extracto crudo x 100/ mL mezcla; ³ R x C = g fracción x 100/ mL mezcla

Anexo 3. Cálculo de las concentraciones de las fracciones (RxC) del extracto de tacaco cimarrón (*S. pittieri*) preparados para los bioensayos en el invernadero.

Rendimiento de la fracción (R) ¹	Concentración del extracto crudo (% p/v). (C) ²	Concentración de la fracción (% p/v) (R x C) ³ .
Fracción acuosa (H ₂ O)	1,5	0,2800
8,40 g/ 45 g = 0,1867	1,0	0,1867
	0,5	0,09335
	0,1	0,01867
Fracción metanólica:acuosa (MeOH:H ₂ O 1:1)	1,5	0,17925
5,38 g/ 45 g = 0,1195	1,0	0,1195
	0,5	0,05975
	0,1	0,01195
Fracción metanólica (MeOH)	1,5	0,29025
8,71 g/ 45 g = 0,1935	1,0	0,1935
	0,5	0,09675
	0,1	0,01935
Fracción etérea (Éter etílico)	1,5	0,01095
0,33 g/ 45 g = 0,0073	1,0	0,0073
	0,5	0,00365
	0,1	0,00073

¹ R = g fracción/ g extracto crudo; ² C = g extracto crudo x 100/ mL mezcla; ³ R x C = g fracción x 100/ mL mezcla

Anexo 4. Número promedio (y desviación del error) de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos, en respuesta a cuatro fracciones (acuosa, metanol:agua, metanólica, etérea) de madero negro (*G. sepium*), hombre grande (*Q. amara*), tacaco cimarrón (*S. pittieri*) y a dos testigos (Sunspray y agua), en los experimentos de escogencia irrestricta.

Tratamiento	N	Madero negro	Hombre grande	Tacaco cimarrón
		X	X	X
Un día después				
F. acuosa	4	15,75 ± 4,37 b	126,50 ± 14,22 a	121,75 ± 34,22 a
F. metanólica	4	54,50 ± 6,33 a	20,50 ± 1,66 c	154,00 ± 31,01 a
F. metanol:agua	4	51,75 ± 5,66 a	114,25 ± 9,91 ab	123,00 ± 20,33 a
F. etérea	4	45,25 ± 19,45 a	51,50 ± 10,75 bc	134,25 ± 15,96 a
Sunspray	4	0,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,41 d	0,00 ± 0,00 b
Agua	4	68,00 ± 22,12 a	204,75 ± 29,41 a	140,75 ± 28,13 a
Dos días después				
F. acuosa	4	40,25 ± 8,73 a	251,50 ± 21,66 a	135,25 ± 34,55 a
F. metanólica	4	103,00 ± 22,13 a	12,25 ± 3,30 c	174,25 ± 11,88 a
F. metanol:agua	4	84,50 ± 11,72 a	189,75 ± 35,20 a	193,00 ± 30,20 a
F. etérea	4	132,00 ± 42,59 a	55,75 ± 10,41b	175,25 ± 22,28 a
Sunspray	4	0,50 ± 0,50 b	1,75 ± 0,25 d	1,00 ± 0,58 b
Agua	4	139,25 ± 40,02 a	271,25 ± 36,80 a	149,75 ± 27,45 a
Una semana después				
F. acuosa	4	203,25 ± 31,23 a	217,75 ± 35,02 a	173,50 ± 19,19 a
F. metanólica	4	132,75 ± 16,19 a	48,25 ± 8,07 b	155,33 ± 40,74 a
F. metanol:agua	4	171,25 ± 17,56 a	112,25 ± 10,60 a	163,75 ± 12,38 a
F. etérea	4	149,25 ± 25,50 a	185,75 ± 35,15 a	161,75 ± 13,99 a
Sunspray	4	36,50 ± 8,45 b	26,50 ± 7,58c	37,75 ± 8,21 b
Agua	4	196,75 ± 32,44 a	128,75 ± 19,66 a	159,25 ± 26,57 a
Dos semanas después				
F. acuosa	4	111,75 ± 13,33 a	97,75 ± 21,80 a	24,75 ± 5,85 a
F. metanólica	4	65,75 ± 11,08 a	56,25 ± 4,64 ab	13,67 ± 2,90 a
F. metanol:agua	4	77,00 ± 19,00 a	76,25 ± 12,43 a	32,25 ± 12,02 a
F. etérea	4	68,50 ± 12,98 a	92,75 ± 22,69 a	29,25 ± 6,26 a
Sunspray	4	59,00 ± 8,35 a	41,25 ± 11,34 b	20,75 ± 5,01 a
Agua	4	93,00 ± 27,36 a	39,50 ± 9,49 b	27,75 ± 8,04

Las medias con la misma letra, para cada extracto dentro de un mismo intervalo, no difieren estadísticamente entre sí (P = 0,05), según la prueba de Duncan.

Anexo 5. Número promedio (y desviación del error) de adultos *B. tabaci* posados en plantas de tomate en diferentes intervalos, en respuesta a cuatro sustancias puras asperjadas directamente sobre las plantas y en dispensador (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal, Z-3-hexen-1-al) y a dos testigos (Sunspray y agua), en los experimentos de escogencia irrestricta.

Tratamiento	N	Directamente	Con dispensador
		X	X
Un día después			
Perialdehído	4	52,75 ± 11,05 ab	20,25 ± 10,87 ab
Cinamaldehído	4	10,75 ± 5,36 c	8,25 ± 2,56 ab
1-Hexanal	4	17,25 ± 3,30 bc	16,75 ± 4,70 ab
Z-3-hexen-1-al	4	35,50 ± 4,33 b	59,25 ± 35,21 ab
Sunspray	4	0,75 ± 0,25 d	1,00 ± 0,71 c
Agua	4	0,75 ± 22,94 a	77,75 ± 25,72 a
Dos días después			
Perialdehído	4	109,00 ± 37,50 ab	39,50 ± 19,41 b
Cinamaldehído	4	31,25 ± 16,09 c	17,00 ± 4,50 b
1-Hexanal	4	44,75 ± 6,86 bc	29,25 ± 8,93 b
Z-3-hexen-1-al	4	92,75 ± 24,53 ab	100,25 ± 43,97 ab
Sunspray	4	4,50 ± 1,50 d	1,75 ± 0,63 c
Agua	4	272,50 ± 64,20 a	173,25 ± 41,07 a
Una semana después			
Perialdehído	4	270,00 ± 33,24 a	50,75 ± 20,55 bc
Cinamaldehído	4	101,00 ± 41,98 b	20,50 ± 7,64 c
1-Hexanal	4	374,75 ± 59,34 a	37,75 ± 9,45 bc
Z-3-hexen-1-al	4	244,75 ± 58,51 a	122,50 ± 46,83 ab
Sunspray	4	254,50 ± 54,01 a	40,75 ± 22,58 bc
Agua	4	437,50 ± 42,07 a	157,25 ± 6,18 a
Dos semanas después			
Perialdehído	4	61,00 ± 11,77 b	26,50 ± 10,72 a
Cinamaldehído	4	45,00 ± 9,94 b	16,00 ± 7,56 a
1-Hexanal	4	82,25 ± 12,70 b	27,25 ± 12,39 a
Z-3-hexen-1-al	4	88,50 ± 22,61 b	58,50 ± 26,77 a
Sunspray	4	156,50 ± 20,82 a	30,50 ± 12,98 a
Agua	4	149,25 ± 10,36 a	41,00 ± 6,61 a
Tres semanas después			
Perialdehído	4		5,00 ± 3,44 a
Cinamaldehído	4		3,25 ± 1,80 a
1-Hexanal	4		13,75 ± 12,14 a
Z-3-hexen-1-al	4		18,25 ± 9,76 a
Sunspray	4		11,25 ± 3,64 a
Agua	4		13,00 ± 5,05 a

Las medias con la misma letra, para cada sustancia dentro de un mismo intervalo, no difieren estadísticamente entre sí ($P = 0,05$), según la prueba de Duncan.

Anexo 6. Número promedio (y desviación del error) de ninfas de *B. tabaci* de los instares I y II en 1 cm² de una hoja de tomate, a los 15 días de la aplicación de cuatro fracciones de extractos vegetales (*G. sepium*, *Q. amara*, *S. pittieri*), cuatro sustancias puras asperjadas (cinamaldehído, perialdehído, 1-hexanal, Z-3-hexen-1-al) y dos testigos (Sunspray y agua), en los experimento de escogencia irrestricta..

Tratamiento	N	Instar I	Instar II
Madero negro (<i>G. sepium</i>)			
F. acuosa	4	5,75 ± 0,85 a	69,50 ± 13,26 a
F. metanólica	4	5,75 ± 0,48 a	51,25 ± 10,85 a
F. metanol:agua	4	4,50 ± 1,32 a	54,50 ± 14,82 a
F. etérea	4	4,50 ± 1,04 a	53,00 ± 14,62 a
Sunspray	4	4,25 ± 0,33 b	2,67 ± 1,76 b
Agua	4	0,33 ± 11,75 a	56,00 ± 11,75 a
Hombre grande (<i>Q. amara</i>)			
F. acuosa	4	22,25 ± 19,27 a	89,25 ± 32,54 a
F. metanólica	4	1,50 ± 0,87 ab	0,75 ± 0,48 b
F. metanol:agua	4	2,50 ± 1,19 ab	53,75 ± 19,50 a
F. etérea	4	3,25 ± 1,03 ab	29,00 ± 9,42 ab
Sunspray	4	0,00 ± 0,00 b	0,75 ± 0,75 b
Agua	4	2,25 ± 1,03 ab	66,75 ± 18,64 a
Tacaco cimarrón (<i>S. pittieri</i>)			
F. acuosa	4	7,25 ± 2,10 a	98,25 ± 10,95 a
F. metanólica	4	4,00 ± 1,53 a	102,67 ± 18,81 a
F. metanol:agua	4	2,75 ± 0,48 ab	88,50 ± 15,98 a
F. etérea	4	5,75 ± 2,06 a	88,25 ± 18,79 a
Sunspray	4	0,5 ± 0,29 b	1,25 ± 0,95 b
Agua	4	3,75 ± 1,11 a	86,00 ± 17,31 a
Sustancias puras			
Perialdehído	4	5,00 ± 1,47 ab	161,00 ± 34,07 a
Cinamaldehído	4	6,25 ± 2,14 ab	103,25 ± 46,19 a
1-Hexanal	4	4,75 ± 0,85 ab	136,75 ± 12,13 a
Z-3-hexen-1-al	4	2,50 ± 1,55 ab	101,50 ± 22,24 a
Sunspray	4	1,75 ± 0,85 b	16,75 ± 10,07 b
Agua	4	7,75 ± 2,14 a	178,25 ± 30,96 a

Las medias con la misma letra, para cada extracto o sustancia pura dentro de un mismo intervalo, no difieren estadísticamente entre sí ($P = 0,05$), según la prueba de Duncan.