

Feromonas sexuales para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae)

Núñez P.¹; Zignago A.¹; Paullier J.¹; Núñez S.¹

¹Sección Protección Vegetal, INIA Las Brujas, R. 48 km 10, Canelones, Uruguay.

Correo electrónico: snunez@inia.org.uy

Recibido: 24/4/09 Aceptado: 31/8/09

Resumen

Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) es una importante plaga del cultivo de tomate. Su control recae exclusivamente en el uso de plaguicidas, y muchos han perdido efectividad, probablemente por problemas de resistencia. Las feromonas sexuales son utilizadas eficientemente para controlar varias plagas, en el caso de *T. absoluta*, existen escasos antecedentes al respecto. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las feromonas en la alteración del comportamiento de machos en invernáculos. En la primera etapa se determinó que la duración de la atracción de emisores de caucho natural formulados con 0,2 mg de feromona por emisor, fue de al menos 105 días. Posteriormente se evaluó el efecto sobre el comportamiento de machos adultos de dos densidades de emisores (16.000 y 32.000 por hectárea), y el agregado de una superficie adhesiva en el emisor como factor de mortalidad. La eficiencia de los tratamientos se determinó en función de la reducción de capturas de adultos en trampas de feromonas y trampas de hembras vírgenes. Las densidades de emisores evaluadas redujeron significativamente las capturas de adultos en trampas, siendo esta reducción más importante en la densidad más alta. El agregado de una sustancia adhesiva no mejoró la efectividad. Finalmente, en un invernáculo comercial de 1.000 m², se instalaron 3.200 emisores, registrándose una reducción de capturas casi total respecto al testigo, siendo superior al 96 % hasta los 78 días y cayendo a 92 % a los 106 días de su instalación. Estos resultados demuestran que las feromonas sexuales afectan el comportamiento de machos y pueden ser una herramienta importante para el control de esta plaga.

Palabras clave: confusión sexual, *Scrobipalpula*, MIP

Summary

Sex pheromones to control tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae)

Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) is an important pest of tomato. Its control is based on chemical insecticides, some of which have lost their effectivity probably due to the selection of resistant populations of the insect. Sex pheromones have been successfully used to control many insect pests; however, studies related to the control of *T. absoluta* are scarce. The goal of this study was to evaluate the effect of sex pheromones on male behavior in greenhouse conditions. The first step was to determine the durability of male attraction to rubber septa dispensers loaded with 0,2 mg of the pheromone, which according to our results can be estimated to last for at least 105 days. Then, the effect of sex pheromones on male behavior was evaluated. Male captures in traps baited either with pheromone septa or virgin females were used as indicators of the efficacy of the treatments. Two dispenser densities (16.000 and 32.000 per hectare), with and without a sticky surface as a mortality factor, were evaluated. A significant shutdown of male captures was observed at both dispenser densities, with a slightly stronger effect at higher densities. The addition of the sticky surface did not improved effectivity. Finally, 3.200 dispensers were located in a 1.000-m² commercial greenhouse, resulting in a strong reduction of male captures with respect to an untreated greenhouse

that served as control. Reduction of trap captures were more than 96 % for the first 78 days after dispenser installation, falling to 92 % at 106 days. These results show that sex pheromone of *T. absoluta* affects male behavior and could be an important tool to control this pest.

Key words: mating disruption, *Scrobipalpula*, IPM

Introducción

Tuta absoluta es una de las principales plagas del cultivo del tomate. Puede atacar otras solanáceas cultivadas como papa y tabaco. La primera referencia de su presencia en Uruguay es del año 1968 (Carballo, 2006). Desde entonces, su incidencia ha sido permanente y de gran magnitud en todas las regiones productoras de tomate. Actualmente en Uruguay, junto con las moscas blancas constituyen los problemas entomológicos más importantes del cultivo (Paullier, 2005). *T. absoluta* se encontraba restringida a la región sudamericana hasta fines del año 2006, cuando es citada por primera vez en el continente europeo, concretamente en España, en la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana) dañando cultivos de tomate. En el 2007 se detectó a lo largo de la costa mediterránea de la provincia de Valencia y en las Islas Baleares (Ibiza). En abril de 2008 es detectada por primera vez en Marruecos, también dañando plantas de tomate (EPPO, 2008).

La polilla del tomate afecta los rendimientos comerciales de los cultivos y la calidad de los frutos, determinando el empleo de insecticidas químicos como método de control. La utilización no siempre racional de los insecticidas, evidenciado por la falta de oportunidad y alta frecuencia de intervenciones, tiene como consecuencias el aumento de residuos tóxicos, mayores riesgos para la salud humana y el consecuente impacto ambiental negativo. El uso indiscriminado de insecticidas, ha hecho que en varios países de América del Sur se hayan detectado problemas de resistencia a distintos grupos de insecticidas (Sequeria *et al.*, 2000; Salazar y Araya, 2001).

Entre las distintas alternativas al uso de insecticidas, la utilización de las feromonas sexuales sintéticas es una herramienta de control eficiente y selectiva, que ha sido desarrollada comercialmente en varias especies de insectos plaga (Thomson *et al.*, 1999).

La feromona sexual de *T. absoluta* ha sido identificada como una mezcla 9:1 de acetato de (*E,Z,Z*)-3,8,11-tetradecatrienilo y acetato de (*E,Z*)-3,8-tetradecadienilo (Griepink, 1996). Hasta el momento su uso se ha limitado al monitoreo mediante trampas. En este senti-

do, se ha determinado que los mejores niveles de atracción se logran con una dosis por emisor de 0,1 mg del componente principal (Ferrara *et al.*, 2001). En varios países se han desarrollado incluso umbrales de captura, para definir la aplicación de insecticidas. En Chile por ejemplo, capturas promedio sobre 35 polillas por trampa y por día, indican niveles potenciales de la plaga de provocar daños al cultivo (Larraín, 2001).

La utilización de feromonas para el control de *T. absoluta* mediante la alteración del comportamiento sexual de adultos evitando la cópula, ha sido evaluada en Brasil por Michereff Filho *et al.* (2000) en cultivos de tomate de mesa. Los autores utilizaron dosis de 35 a 50 g/ha de 3*E*,8*Z*,11*Z*-14:Ac, formulada en emisores de goma a razón de 2.500 emisores por hectárea. Los mayores niveles de interrupción de la orientación de machos, medida a través de las capturas en trampas de feromonas, fueron del orden de 60 a 90 %. A pesar de esta reducción de capturas, no observaron disminución de daños en el cultivo, probablemente debido a la dosis usada, a las altas poblaciones de la plaga o a la inmigración de hembras fecundadas (Michereff Filho *et al.*, 2000).

Si bien son muy escasos los antecedentes sobre la utilización del método de control de *T. absoluta* con feromonas, en otras plagas como *Cydia pomonella* (L), (Lepidoptera: Tortricidae) *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) y *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gellechiidae), existe un desarrollo importante a nivel experimental y comercial, fundamentalmente a través de la técnica de confusión sexual (Thomson *et al.*, 1999). Por razones de costos, la mayoría de las formulaciones comerciales de feromonas para confusión sexual utilizan relativamente baja densidad de emisores por hectárea (Gut *et al.*, 2006). Recientes estudios en *C. pomonella* y *C. molesta*, demostraron que la inhibición de la habilidad de los machos para encontrar a las hembras es función del incremento de los sitios de liberación de las feromonas más que de la cantidad de feromonas (Gut *et al.*, 2006; Stelinski *et al.*, 2005). En general se logra más efectividad en la desorientación de machos, mediante la utilización de muchos puntos con baja emisión de feromonas, que con pocos puntos con alta emisión (Gut

et al., 2005). Stelinski *et al.* (2005) determinaron que 11 g. de feromona dispensados en 2.700 puntos lograron igual o mejor resultado en la desorientación de machos de *C. molesta* que 200 g en 500 puntos de emisión.

Otra variante en el uso de feromonas para el control de insectos, con aplicación comercial en varios países, es la utilización de «atractivas». Esta tecnología se basa en la atracción de machos desde múltiples puntos de emisión de feromonas y la muerte de los mismos mediante el contacto con insecticidas impregnados en los emisores de feromonas. En el caso de *P. gossypiella*, esta tecnología ha sido ampliamente adoptada por productores en Estados Unidos, ya que permite una reducción en cantidad de feromonas, y por ende de costos (Thomson *et al.*, 1999). La eficacia depende de que los puntos de emisión sean altamente atractivos, de forma tal que el macho pueda seguir esas falsas pistas, y de que el factor de mortalidad (insecticida) sea altamente eficiente. Sin embargo, estudios realizados con *C. molesta* en Pensylvania (EE.UU.) demostraron que el agregado de insecticidas a los puntos de emisión de feromona no mejoraba el control, ya que el principal mecanismo de control de machos fue la desorientación, más que la muerte por la presencia del insecticida (Evenden y Mc Laughlin, 2004).

Los antecedentes publicados hasta el momento, en relación al control de polilla del tomate con feromonas, no parecen ser muy promisorios, incluso utilizando dosis de feromonas relativamente altas (50g/ha) (Michereff Filho *et al.*, 2000). Teniendo en cuenta que en otras especies de lepidópteros se ha demostrado últimamente que es más importante el número de emisores por hectárea que la cantidad de feromona, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la desorientación de machos mediante el incremento del número de puntos de emisión y la reducción de la cantidad de feromonas por emisor.

Materiales y métodos

Los trabajos se realizaron en la estación experimental de INIA Las Brujas y en cultivos comerciales de tomate del departamento de Canelones. Los experimentos se desarrollaron en tres etapas consecutivas. Primero se determinó la duración de la atracción de los emisores de feromonas. Seguidamente se evaluó en pequeñas parcelas, la densidad de emisores necesaria para la desorientación de los machos. Por último, en un invernáculo completo, se estudió el efecto de la densidad de

emisores que produjo mayor desorientación de los machos.

Siguiendo la metodología aplicada por Stelinsky *et al.* (2005) en pequeñas parcelas, la eficiencia de los tratamientos se determinó en función de la supresión de las capturas en trampas de feromonas respecto a las capturas en los tratamientos sin feromonas. Se utilizaron trampas tipo delta, con una superficie adhesiva de 350 cm² y dos aberturas de 60 cm². Los emisores de feromonas para las trampas se formularon de igual manera que los utilizados para los distintos experimentos, como se detallará a continuación. En el último estudio se incluyeron tres trampas de hembras vírgenes por tratamiento, como fuente de feromona natural, provenientes de una cría realizada en condiciones controladas de laboratorio.

La feromona utilizada en los experimentos fue sintetizada en DLO Research Institute for Plant Protection (IPO-DLO) Wageningen, Holanda. Los dos componentes acetato de la feromona (*E,Z,Z*)-3,8,11-tetradecatrienilo y acetato de (*E,Z*)-3,8-tetradecadienilo, en la relación 9:1, fueron disueltos en hexano calidad analítica. Como antioxidante se utilizó el 4-methyl-2,6-di-tert-butyl-phenol (ionol) en la misma proporción que la feromona. Cada emisor fue formulado con 0,2 mg de feromona. El grado de pureza de la feromona utilizada fue de 89 %. Luego de realizada la formulación y en función de los análisis químicos realizados en los emisores, la relación final entre ambos componentes fue de 8,5:1. Los emisores eran de caucho natural de fabricación nacional (Profico S.A.), de forma cilíndrica de 7 mm de diámetro y 7 mm de altura. Luego de formulados se almacenaron a -15° C para su posterior utilización dentro de un período de dos semanas.

Duración de la atracción de los emisores

En una trampa tipo delta, instalada en un invernáculo de tomate el 23 de noviembre de 2007 (temperatura promedio 22.8° C) se colocaron 28 emisores. Cada 15 días se extrajeron cuatro emisores (repeticiones) y se almacenaron a -15° C, para evitar la degradación de la feromona. Al cabo de tres meses y medio, se contó con siete grupos (tratamientos) de emisores con diferentes tiempos de exposición en el campo: 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días respectivamente. Luego de colectados todos los tratamientos, cada emisor se colocó en una trampa tipo delta y ésta a su vez en un cultivo con alta infestación de *T. absoluta*, contabilizándose el número de adultos capturados durante una semana. La evaluación se realizó entre el 15 y el 22 de abril de 2008

en cuatro invernáculos comerciales de tomate, considerándose cada invernáculo como una repetición del experimento.

Densidad de emisores por hectárea

En este experimento se buscó alterar el comportamiento de los machos, instalando un alto número de puntos de emisión de feromonas, en lugar de saturar el ambiente con grandes cantidades de feromonas. Se incluyó para ello, una dosis máxima de 32.000 emisores por hectárea y otra dosis equivalente a 16.000. Suponiendo que el agregado de un factor de mortalidad, pudiese disminuir la posibilidad de encuentro entre ambos sexos, los emisores de feromonas fueron instalados solos o junto con una superficie adhesiva de cuatro centímetros cuadrados, de forma tal que los machos quedaran adheridos. Los emisores se instalaron a 1,80 m del nivel del suelo. El experimento constó de cinco tratamientos con cuatro repeticiones: dos densidades de emisores de feromonas, con y sin superficie adhesiva y un testigo sin tratar. La evaluación de efectividad se realizó en función de las capturas registradas en trampas de feromonas, ubicadas en el centro de cada parcela. La superficie de cada parcela fue de 112 m² (8 m x 14 m).

Se utilizaron cuatro invernáculos comerciales de tomate de entre 800 a 1.000 metros cuadrados, considerándose cada uno de ellos como una repetición. A los efectos de disminuir el efecto de las áreas adyacentes no tratadas con feromonas sobre las tratadas, en cada uno de los invernáculos se ubicó el tratamiento testigo en un extremo, mientras que los tratamientos con feromonas se ubicaron conformando un gran bloque de aproximadamente 448 m². A su vez, dentro de ese bloque con feromonas, a los cuatro tratamientos se les asignó una ubicación tal que en cada repetición (invernáculo) tenía un lugar distinto respecto al testigo. De esta manera todos los tratamientos con feromonas conformaron un diseño de cuadrado latino. Este diseño permitió estudiar además el efecto de la ubicación de las parcelas respecto al testigo no tratado.

Las trampas de feromonas se instalaron en el centro de cada parcela, salvo en las parcelas testigo donde se ubicaron dos trampas, una a cuatro metros de distancia del bloque con feromonas y otra a 20 m. Para comparar las densidades de emisores se tomó como referencia la trampa ubicada a 20 m del bloque de feromonas. Se asumió que podría tener menor influencia del bloque con feromonas, mientras que la otra trampa se utilizó para determinar el efecto de ubicación de las parcelas. El recuento de las capturas en las trampas se realizó en

forma semanal. El experimento se realizó entre el 7 de abril y el 9 de junio de 2008.

Evaluación a escala comercial

En base a las tendencias observadas en los experimentos anteriores, se seleccionaron dos invernáculos comerciales de tomate contiguos de 1.000 m² cada uno. En uno de ellos se instaló el mejor de los tratamientos evaluados en la etapa anterior, mientras que el otro se tomó como testigo sin tratar. El experimento se realizó entre el 30 de abril y el 14 de agosto de 2008. Previo a la instalación de los tratamientos se corroboró mediante una trampa de feromonas instalada durante una semana que los niveles de población fuesen similares en ambos invernáculos (41 adultos en el invernáculo con emisores y de 28 en el invernáculo testigo).

En la hilera central de cada invernáculo se colocaron seis trampas tipo delta, tres con un emisor de feromona y tres con dos hembras vírgenes, separadas 10 m una de otra. Las hembras se remplazaron una vez por semana. Entre cuatro y siete días de instaladas las trampas se efectuaron recuentos de los adultos capturados en las trampas de ambos tratamientos, en todos los casos se aseguró que al menos una de las hembras permaneciese viva.

Análisis estadísticos

Para los análisis estadísticos los datos de capturas en trampas fueron transformados a $\ln(x)$ para normalizar la distribución y realizar los análisis de varianza correspondientes. Las diferencias entre medias fueron analizadas por el test Tukey ($\alpha = 0,05$) y el paquete estadístico utilizado fue el InfoStat (2009).

Resultados

Duración de la atracción de los emisores

Las capturas promedio de los distintos tratamientos (Fig. 1) no muestran entre sí diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0,05$). Existe sin embargo una tendencia a que las máximas capturas se observaron en los tratamientos que tuvieron menos de 30 días de exposición en el campo, luego de lo cual las capturas se mantienen en valores algo menores, pero relativamente similares.

Densidad de emisores por hectárea

Todos los tratamientos con feromonas se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar, pero no se

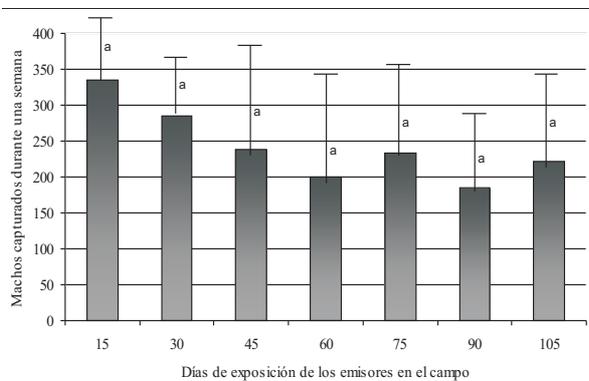


Figura 1. Captura semanal promedio de *Tuta absoluta* en trampas cebadas con emisores de feromonas con exposición diferencial en el campo (15 a 105 días) (media + DS). Barras con la misma letra no se diferencian significativamente según test Tukey ($\alpha = 0,05$).

diferenciaron entre sí (Fig. 2). Al mismo tiempo, existe una tendencia a que las densidades mayores de emisores lograron capturas ligeramente inferiores a las densidades menores.

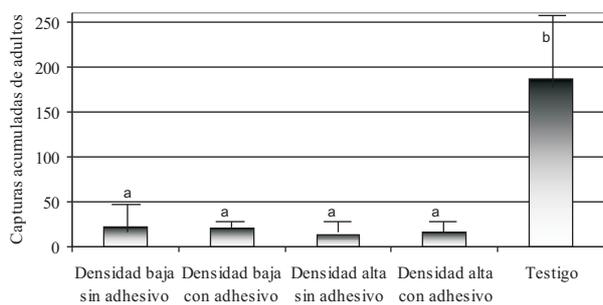


Figura 2. Capturas promedio acumuladas de *Tuta absoluta* en trampas de feromonas, según tratamiento aplicado (media + DS). Barras con la misma letra no se diferencian significativamente según test Tukey ($\alpha = 0,05$).

Teniendo en cuenta las capturas expresadas como porcentaje de reducción respecto al testigo (Cuadro 1), los tratamientos con mayor densidad de emisores por

Cuadro 1. Porcentaje de reducción de capturas en trampas de feromonas de las distintas densidades de emisores de feromonas evaluadas (con y sin superficie adhesiva) en relación al testigo sin tratar.

Emisores por hectárea	Superficie adhesiva	% de reducción de capturas
16.000	Con	89%
16.000	Sin	88%
32.000	Con	91%
32.000	Sin	93%

unidad de superficie logra una reducción numéricamente mayor de las capturas, no observándose efecto alguno en cuanto a la presencia o no de la superficie adhesiva.

Considerando en forma separada los efectos de la densidad de emisores por hectárea y la presencia o ausencia de superficie adhesiva (Fig. 3), las diferencias no fueron estadísticamente significativas. No obstante, a pesar de que en las superficies adhesivas se registraron capturas de adultos, no existe ninguna tendencia a que el agregado de estas superficies adhesivas ejerza efecto alguno en disminuir las capturas en trampas. Por el contrario, el aumento de la densidad de emisores de 16.000 a 32.000 por hectárea mostró una tendencia a reducir las capturas.

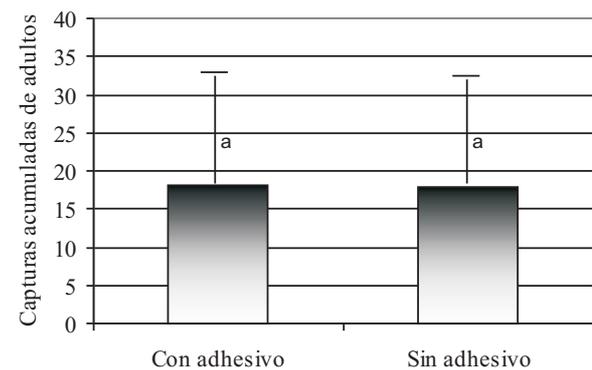
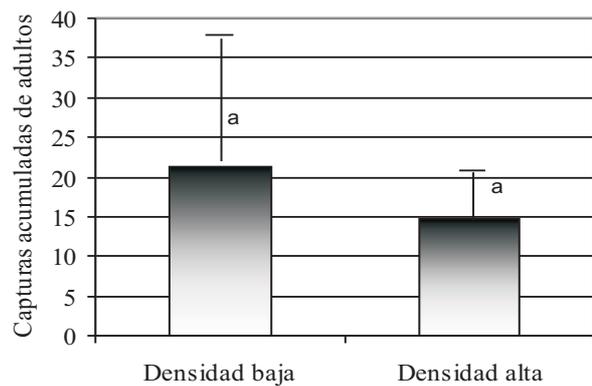


Figura 3. Capturas promedio acumuladas de *Tuta absoluta* por trampa, según densidad de emisores utilizada y presencia o no de superficie adhesiva (media + DS). Barras con la misma letra no se diferencian significativamente según test Tukey ($\alpha = 0,05$).

Las capturas en trampas agrupadas según densidad de emisores (alta y baja) (Fig. 4), fueron a lo largo de todo el período de evaluación siempre muy inferiores al testigo sin tratar. Incluso ante aumentos importantes en las capturas, como la del 28 de abril, los tratamientos con alta densidad de emisores se mantuvieron cercanos a cero. Los tratamientos con baja densidad de emisores también registraron capturas inferiores al testigo, aunque el 25 de abril se detecta un leve incremento en las mismas.

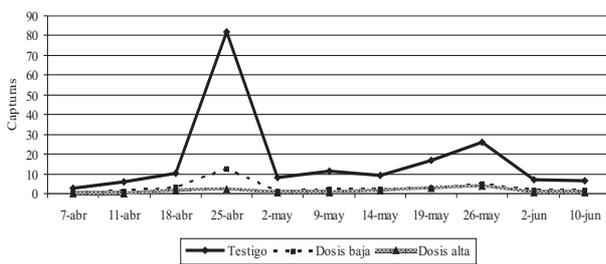


Figura 4. Evolución de las capturas de *Tuta absoluta* en trampas de feromonas en el testigo sin tratar y en las dos densidades de emisores evaluadas.

El diseño utilizado hizo posible analizar el efecto de la distancia al testigo sin tratar en las capturas en trampas, independientemente del tratamiento con feromonas utilizado. Las parcelas próximas al testigo capturaron más insectos que las más lejanas. Pese a que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas distancias al testigo, ocurrió una clara tendencia a la baja en las capturas en trampas, en la medida que las parcelas se alejan del testigo sin tratar (Fig. 5). De igual forma, las trampas ubicadas en el testigo incrementan las capturas en la medida que se alejan de los tratamientos con feromonas.

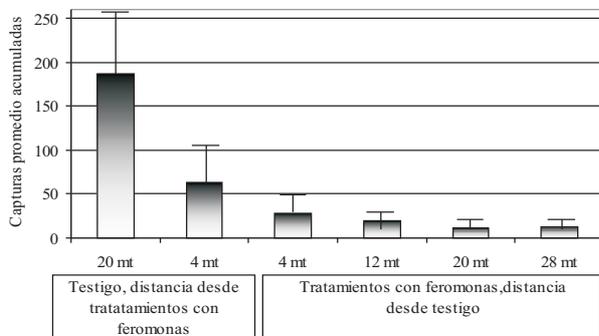


Figura 5. Capturas promedio acumuladas de *Tuta absoluta* por trampa según distancias al testigo o a los tratamientos con feromonas.

Evaluación a escala comercial

A los efectos de disminuir la influencia de las áreas no tratadas con feromonas respecto a las tratadas, se planteó un nuevo experimento en el cual cada tratamiento estaba constituido por un invernáculo completo. Teniendo en cuenta además que el agregado de las superficies adhesivas no mejoraba la eficiencia de control, y que la dosis más alta de emisores tenía capturas inferiores a la dosis baja, en este experimento se compararon solo dos tratamientos: uno con la dosis alta de emisores y sin superficie adhesiva y el otro sin aplicación de emisores de feromonas.

Las capturas registradas posteriormente a la instalación de los emisores (Fig. 6) muestran una notable reducción respecto al invernáculo testigo. Dicha inhibición en las capturas (Fig. 7) fue prácticamente 100 % hasta los 26 días de la instalación. Entre el 19 y el 26 de mayo (26 días desde la instalación) las trampas del testigo capturaron más de 50 adultos por semana en promedio, mientras que en el invernáculo tratado no se registraron capturas. Entre los 41 y 78 días de la instalación, la inhibición decrece a valores entre 96 y 98 %, luego de lo cual decrece algo más, para llegar a 93 % a los 106 días. Las evaluaciones en trampas de hembras vírgenes (Cuadro 2) muestran tendencias similares, no obstante, en el testigo las capturas son significativamente menores en trampas con hembras vírgenes respecto a trampas con feromonas.

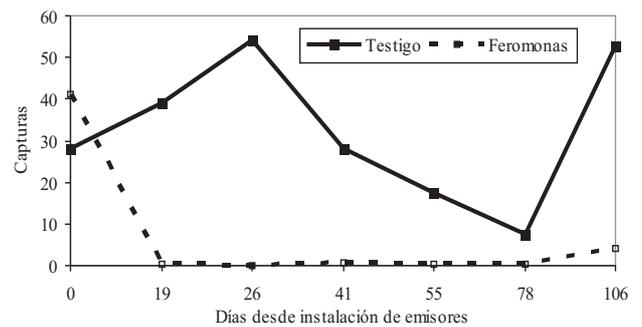


Figura 6. Capturas promedio de *Tuta absoluta* en trampas de feromonas en invernáculo con emisores de feromonas y el testigo sin tratar luego de instaladas las feromonas.

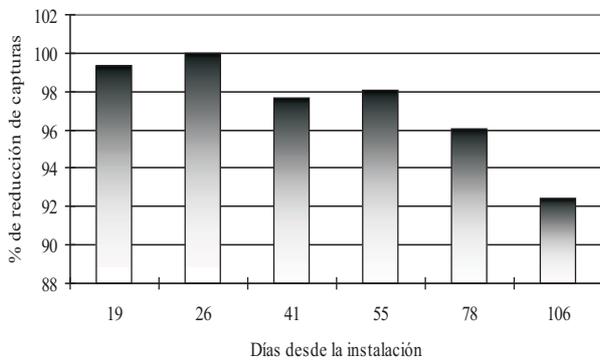


Figura 7. Evolución de la inhibición de las capturas de *Tuta absoluta* en trampas de feromonas en el invernáculo tratado con 32.000 emisores de feromonas (como porcentaje de reducción de capturas respecto al testigo).

Cuadro 2. Captura promedio semanal de machos de *Tuta absoluta* en trampas de hembras vírgenes instaladas en invernáculos con y sin feromonas.

Fecha	Invernáculo c/ feromonas	Invernáculo Testigo
22 de mayo	0.0	0.6
26 de mayo	0.0	3.5
10 de junio	0.0	0.3

Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto a la duración de la atracción de los emisores son coincidentes con lo esperado por Griepink (1996), quien sostiene que de acuerdo a las características de los componentes de la feromona de *T. absoluta*, es esperable que su duración desde el punto de vista de la atracción sea de por lo menos tres meses.

En cuanto al comportamiento de los machos, la instalación de 32.000 emisores por hectárea, cargados con 0,2 mg de la feromona de *T. absoluta* equivalente a 6,4g de feromona por hectárea, en un invernáculo completo, logra alterar la orientación de machos en casi un 100 %, medida como reducción en las capturas de trampas de feromonas respecto del testigo. Estos resultados coinciden con los obtenidos en los ensayos de pequeña escala (Cuadro 1), no obstante el porcentaje de reducción de capturas es aún mayor, probablemente debido a que la influencia del testigo sin tratar sea menor. Estos resultados son también consistentes con aquellos obtenidos en cuanto a la magnitud de las capturas según días de exposición en el campo de los emisores (Fig. 1), donde se observan los niveles máximos de atracción durante los primeros 30 días de exposición en el cam-

po, para luego decrecer levemente y mantenerse más o menos constante hasta los 105 días de exposición.

En cuanto al uso de trampas con hembras vírgenes como indicador de la desorientación de los machos, las capturas registradas son al menos 10 veces inferiores a aquellas registradas en trampas de feromonas. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Ferrara *et al.* (2001), quienes encontraron que las capturas en trampas de feromonas eran al menos cinco veces superiores, utilizando incluso solo el componente principal de la feromona y la mitad de la dosis utilizada en nuestras trampas. Debe tenerse en cuenta también que debido a la variación que puede existir en la emisión de feromonas por parte de las hembras los resultados obtenidos pueden ser poco representativos (Audemard, 1988).

Los estudios previos realizados hasta el momento (Michereff Filho *et al.*, 2000) no lograron reducciones en las capturas superiores al 90 %, a pesar de haber utilizado dosis de feromonas muy superiores (35 a 50 g/ha). No obstante, esta cantidad de feromona fue distribuida en solo 2.500 emisores de goma por hectárea. La diferencia entre los resultados de Michereff Filho *et al.* (2000) y los aquí presentados, sugiere que es posible que en la desorientación de machos sea más importante el número de puntos de liberación que la cantidad de feromona por hectárea. Esta hipótesis coincidiría con Gut *et al.* (2007), en cuanto a que probablemente el mecanismo esencial en la desorientación de machos, sea la competencia entre los emisores de feromonas y las hembras. Debe tenerse en cuenta además, dos diferencias que se tuvieron respecto al estudio de Michereff Filho *et al.* (2000) que también pueden haber incidido en los resultados. En el presente experimento se utilizaron los dos componentes de la feromona de *T. absoluta*, mientras que Michereff Filho *et al.* (2000) solo utilizaron el componente principal. Además, estos últimos autores trabajaron con tomate a campo mientras que en el presente experimento se trabajó con tomates en invernáculo.

El uso de una sustancia adhesiva como factor de mortalidad de machos, contrariamente a lo esperado, no mostró efecto alguno. Esto aparentemente significa, que la remoción de machos mediante este factor de mortalidad no produce ningún efecto adicional a la desorientación de los mismos, el cual sería el efecto predominante. Teniendo en cuenta además, la escasa cantidad de feromona aplicada y el alto número de emisores utilizados, de los distintos mecanismos de confusión sexual citados por la bibliografía (Bertell, 1982), es probable que el principal mecanismo en este experimento sea el de falsas pistas.

Según Gut *et al.* (2007), en el proceso de alteración del comportamiento de machos mediante el uso de feromonas, existe una «fase fácil» en la cual es posible llegar a reducciones de capturas en trampas de feromonas del orden de 80 a 90 %, mediante la utilización de cantidades relativamente pequeñas de emisores por hectárea. Mientras que existe otra «fase difícil», en la cual para llegar a reducciones de capturas de 98 a 100 % generalmente se requiere de aplicaciones adicionales de insecticidas que permitan bajar las poblaciones del insecto. Los autores mencionados señalan sin embargo que formulaciones de feromonas de «alta performance» puedan lograr estas reducciones de capturas y que sean por lo tanto altamente competitivas con las hembras.

Teniendo en cuenta lo expresado por Gut *et al.* (2007), los resultados obtenidos en este experimento podrían incluirse dentro de la «fase difícil» de respuesta a las feromonas, ya que los niveles de reducción de capturas fueron de 100 % hasta los 26 días de la instalación de los emisores y de 96 a 98 % hasta los 78 días de la instalación de los mismos. Mientras que los resultados obtenidos por Michereff Filho *et al.* (2000), se ubicarían dentro de la «fase fácil» de respuesta a las feromonas, a pesar de haber utilizado 6 a 8 veces más feromona por unidad de superficie que en nuestro experimento. Estos resultados significan un redimensionamiento de la utilización de feromonas para el control de la polilla del tomate. De acuerdo a los mismos se lograría una mayor alteración del comportamiento de machos mediante el aumento del número de emisores y la disminución de la cantidad de feromona por unidad de superficie. Es necesario sin embargo realizar estudios que permitan comprobar que la alteración del comportamiento de machos de polilla del tomate se refleja en una significativa reducción de daños al cultivo.

Agradecimientos

Al Programa de Desarrollo Tecnológico, Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Ministerio de Educación y Cultura, por la financiación de las actividades, enmarcadas en la convocatoria número 77, proyectos de investigación científica y/o desarrollo tecnológico en el área de oportunidad: sanidad vegetal.

Bibliografía

- Audemard, H.** 1988. Confusion sexuelle avec des pheromones en Europe de Lóuest. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21: 101-110.
- Bertell, R. J.** 1982. Mechanisms of communication disruption by pheromones in control of Lepidoptera; a review. *Physiol. Entomol.* 7: 353-364.
- Carballo, R.** 2006. En: Bentancourt, C. e I. Scatoni (Org.). *Lepidópteros de importancia económica en el Uruguay, Reconocimiento, biología y daños*. Ed. 2ª, Montevideo, Editorial Hemisferio Sur - Facultad de Agronomía, 2005, 1: 150-154.
- EPPO Reporting Service.** 2008, No. 1, p 2. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Consultado en diciembre 2008, disponible en: <http://archives.eppo.org/EPPOReporting/2008/Rse-0801.pdf>
- Evenden, M. L. and McLaughlin, J.** 2004 Factors influencing the effectiveness of fan attracticide formulation against the Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. *Entomologia Experimental et Applicata*. 112: 89-97.
- Ferrara, F. A.; Vilela, E. F.; Jham, G. N.; Eiras, A. E.; Picanco, M. C.; Attygalle, A. B.; Frighetto, R. T. and Meinwald, J.** 2001. Evaluation of the synthetic major component of the sex pheromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Chem. Ecol.* 27(5): 907-917.
- Griepink, F.** 1996. «Analysis of the sex pheromones of *Symmetrische tagolias* and *Scobipalpuloides absoluta*». PhD Thesis. Agricultural University, Wageningen. Holanda. 131 pp.
- Gut, L. J.; Stelinski, L. L.; Miller, J. R. and Epstein, D.** 2005 Competitive Attraction as a Primary Mating Disruption Mechanism and Its Implications. En: Abstracts of the 79th Annual Western Orchard Pest&Disease Management Conference Portland-Oregon. Consultado en diciembre 2008, disponible en: <http://entomology.tfrec.wsu.edu/wopdmc/2005PDFs/Abs05-56.MatingGut.pdf>
- Gut, L. J.; Stelinski, L. L. and Miller, J. R.** 2006. Codling Moth Mating Disruption: Raising Expectations. En: Abstracts of the 80th Annual Western Orchard Pest&Disease Management Conference. Portland-Oregon. Consultado en diciembre 2008, disponible en <http://entomology.tfrec.wsu.edu/wopdmc/2006PDFs/001-Abs06MatingGut.pdf>
- Gut, L. J.; Miller, J. R.; Stelinski, L. L.; McGhee, P. and Epstein, D.** 2007. High-performance mating disruption can be achieved using formulations that provide many attractive point sources. En: *Pheromones and Others Semiochemicals in Integrated Production. IOBC-OILB. The Scanian Journey (Alnarp-Lund)* Consultado en diciembre 2008, disponible en: <http://www.phero.net/iobc/lund/abs/gut.pdf>

- InfoStat/libre.** 2009. Disponible en: www.infostat.com.ar
<http://www.infostat.com.ar/>
- Larraín, P.** 2001. Polilla del tomate y su manejo. *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Informativo N°1. ISSN 0717-4047. INIA Intihuasi, La Serena, Chile.
- Michereff Filho, M.; Vilela, E. F.; Jham, G. N.; Attygalle, A.; Svatos, A. and Meinwald, J.** 2000. Initial Studies of Mating Disruption of the Tomato Moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Using Synthetic Sex Pheromone. *J. Braz. Chem. Soc.* 11 (6): 621-628.
- Paulier, J.** 2005. Niveles de daño de polilla y mosca blanca en tomate cultivos a campo y protegidos. En: Resultados experimentales en sanidad y evaluación de variedades en tomate de mesa. Serie de actividades de difusión N° 437. INIA. Canelones, Uruguay.
- Salazar, E. y Araya, J.** 2001. Respuesta de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) a insecticidas en Arica. *Agric. Téc. (Chile)* 61:429-435.
- Sequeira, H.Á.A.; Guedes, R.N.C. and Picanço, M.C.** 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, Volume 2, (2): 147-153.
- Stelinski, L. L.; Gut, L. J., Mallinger, R. E.; Epstein, D.; Reed, T. P. and Miller, J. R.** 2005. Small Plot Trials Documenting Effective Mating Disruption of Oriental Fruit Moth by Using High Densities of Wax-Drop Pheromone Dispensers. *J. Econ. Entomol.* 98 (4):1267-1274.
- Thomson, D. R.; Gut, L. J. and Jenkins, W. J.** 1999. Pheromones for Insect Control. En: *Methods in Biotechnology*, vol 5: *Biopesticides Use and Delivery*. Edited by: F.R. Hall and J.J. Menn Humana Press Inc., Totowa, 385-411.