

Respuesta de la rosquilla a los insecticidas: la influencia de la variedad de césped

S. KRISTINE BRAMAN, PH.D., *Profesora de Entomología, Universidad de Georgia, Griffin.*

R.R. DUNCAN, PH.D., *Turf Ecosystems, L.L.C., Boerne, TX.*

W. W. HANNA, PH. D., *Profesor, Crop and Soil Sciences Dept., Universidad de Georgia, Tifton.*

M. C. ENGELKE, PH. D., *Profesor de Nutrición del Césped, Texas A&M University, Dallas.*

El artículo que reproducimos a continuación es propiedad de la USGA y se basa en una investigación realizada gracias a la financiación del USGA Turfgrass and Environmental Research Program. Fue publicado en Turfgrass and Environmental Research Online, vol. 4 nº 8, el 15 de septiembre de 2005.

La investigación llevada a cabo por la Universidad de Georgia evalúa el potencial de resistencia a múltiples plagas de insectos entre las variedades de césped del sureste de los EEUU. Se examina el potencial para integrar césped con distintos niveles de resistencia con otras estrategias IPM (manejo integrado de plagas) entre las que se incluyen el control químico y biológico. Los resultados obtenidos hasta la fecha son:

- Se evaluó en ensayos de invernadero la actividad residual de seis concentraciones de clorpirifos, spinosad y halofenozide sobre la rosquilla, *Spodoptera frugiperda*, por medio de cinco variedades cultivares de césped de clima cálido con distintos niveles de resistencia genética.

- Se aplicó, de forma similar, halofenozide en concentraciones variables a seis cultivares en el campo, se evaluó la mortalidad del primer

y tercer estadio de los gusanos.

- Una menor cantidad de clorpirifos provocó una menor supervivencia de la rosquilla en los cultivares de zoysia resistentes en comparación con la bermuda o el paspalum. En un ensayo diferente, la supervivencia en la misma variedad de zoysia, con un tratamiento de spinosad era igual o mayor que en otras variedades más susceptibles como bermuda o paspalum.

- Un índice bajo de halofenozide provocó una supervivencia menor en variedades de zoysia resistentes en algunas concentraciones, tras una exposición de 7 días y no de 14 días como en otras especies más susceptibles.

- En el campo, aplicando la cantidad total recomendada de halofenozide, se observó una mortalidad del 100% independientemente del tipo de cultivar.

- La supervivencia de las larvas en la variedad más susceptible, "TiffEagle", fue mayor que en el resto de cultivares aplicando un nivel intermedio. Las larvas expuestas al césped tratado en el tercer estadio mostraban una tendencia hacia una mayor supervivencia a niveles intermedios en los dos paspalums, "Sea Isle" y 561-79, mientras que en las zoysias "Palisades" y "Cavalier" tendían a una menor supervivencia.

- Entre los factores que pueden contribuir a la variación en la respuesta observada en el presente estudio se incluyen: diferentes modos



de actuación de insecticidas, mecanismos de resistencia de las plantas hospedadoras, distintos niveles de consumo foliar, y dosis de insecticida en relación con el peso corporal.

- El desarrollo de directrices para los encargados del control de plagas debe abordar la complejidad de interacciones potenciales y puede requerir una evaluación caso por caso.

Las posibles interacciones sinérgicas entre las variedades de césped resistentes a las plagas y la reducción en la dosis de insecticida podrían ofrecer beneficios para su control que aún no han sido plenamente constatados. La integración efectiva de las propuestas de control requiere prestar más atención a la interacción y compatibilidad de las distintas estrategias. Pocos estudios han abordado los efectos integrados de la resistencia de la planta hospedadora y los pesticidas para césped.

Se ha observado la resistencia de la planta a la rosquilla entre céspedes de clima cálido en diversas especies y cultivares (1, 4, 10, 15, 17, 18, 19, 21, 21). Algunas especies de cultivares que habían demostrado su resistencia a la rosquilla han presentado también antibiosis y/o tolerancia a otras plagas del césped como *Prosapia bicincta* (20), el ácaro de la zoysia, *Eriophyes zoysiae*



La rosquilla es uno de los insectos del césped más destructivos en el sur

(16) y los grillos topo, *Scapteriscus* spp. (6,9).

Se evaluaron también las características de resistencia extrínsecas de variedades que muestran distinto nivel de resistencia a la rosquilla y otras plagas, donde se determinó que el tipo de césped y el estatus de resistencia (5) influían sobre la aparición y desarrollo de predadores. La investigación que aquí se muestra examinó la relación entre estas mismas variedades de césped, niveles reducidos de tres insecticidas con distintos modos de acción, y supervivencia y daño a las plantas de la rosquilla.

INSECTOS Y PLANTAS UTILIZADAS EN LOS EXPERIMENTOS

La colonia de rosquillas se inició con huevos obtenidos de la Unidad de Investigación para el Control y Protección de Cultivos, USDA/ARS (Tifton, GA) en 1994 y se renovó anualmente con material nuevo de la colonia de la USDA. Los cultivares evaluados fueron las variedades de zoysia “Palisades” y “Cavalier” (*Zoysia japonica* y *Z. matrella*); de bermuda “TifSport” y “TifEagle” (*Cynodon dactylon* x *C. transvalensis*); y de paspalum seashore “Sea Isle 1” (*Paspalum vaginatum*). El trabajo previo demostró que la supervivencia de la rosquilla debía

ser mayor en la bermuda “TifEagle”, seguido por las variedades de paspalum y la bermuda híbrida “TifSport”, y menor en las dos variedades de zoysia (6, 7, 8). La duración del día era de 14h, manteniéndose utilizando lámparas de haluro metálico.

ARENAS
Investigar aparte de lo que se aporta en este estudio acerca de la selección de arenas (con qué se va a mezclar la enmienda) es tan importante como la enmienda en sí

EFFECTOS DEL CULTIVAR Y EL INSECTICIDA SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LA ROSQUILLA EN INVERNADERO

Los esquejes de cada variedad cultivar se trasplantaron de forma individual a contenedores plásticos de 300ml de Turface y se permitió su establecimiento durante 3 semanas antes de la evaluación. Se aplicaron seis concentraciones de cada uno de los tres insecticidas. Los insecticidas fueron clorpirifos (Chlorpyrifos Pro 2, Micro Flo Company, Memphis TN), halofenozide (Mach 2, Dow AgroSciences, Indianápolis IN) y spinosad (Conserve, Dow AgroSciences, Indianápolis, IN). Las aplicaciones se realizaron mediante un pulverizador de mochila de CO2 equipado con un

Meter Jet Gun (Spray Systems Co., Wheaton, IL).

Las limitaciones de espacio no permitieron la evaluación de los tres insecticidas simultáneamente. Se llevaron a cabo tres pruebas secuenciales diferentes, una para cada insecticida. Se comparó la supervivencia de las larvas y el crecimiento del césped, midiendo el peso fresco y seco, entre los cultivares de césped para cada una de las seis concentraciones. Cada combinación de variedad cultivar x concentración de insecticida se replicó 18 veces en un diseño de bloques aleatorios completos. Los pesticidas se aplicaron a las 08:00h en copas. En cada copa se colocaron, entre las 10:00h y las 12:00h del mismo día, cuatro larvas de rosquilla de 3 días y quedaron encerradas en las copas por medio de pantallas opacas de nylon. El número de larvas que sobrevivió en cada copa se recontó a los 3, 7 y 14 días para el clorpirifos y a los 7 y 14 días para el halofenozide y el spinosad, de acción más lenta. Después de 14 días, las plantas se cortaron por la base, se pesaron, se colocaron en bolsas de papel, se secaron en horno y se pesaron de nuevo.

LAS RESPUESTAS DE LA ROSQUILLA CAMBIAN CON EL CÉSPED Y EL INSECTICIDA

Se produjeron efectos significativos de la variedad cultivar y la concentración sobre la supervivencia larvaria tres, siete y 14 días después de la exposición a céspedes tratados con clorpirifos (Tabla 1). La mortalidad fue del 97,5% al 100% en la concen-

El objetivo es examinar el impacto de las enmiendas inorgánicas comunes cuando las enmiendas eran incorporadas como parte de programas de renovación de greens mediante pinchado y relleno

Tabla 1. Número de larvas de Spodoptera Frugiperda su pervivientes de cuatro larvas iniciales por rep (n=18), criadas en invernadero en céspedes tratados con clorpirifos y que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0,000	0,001	0,030	0,090	0,270	0,810
Número medio de larvas supervivientes por réplica 3 días después del tratamiento						
TifEagle	3.3 a	3.0 a	2.8 a	1.8 ab*	1.2 a*	0.7 a*
TifSport	3.0 a	3.0 a	2.7 a	1.5 b*	0.8 a	0.0 b*
Sea Isle 1	3.2 a	2.8 a	2.5 ab	2.2 a*	0.9 a*	0.1 b*
Cavalier	2.9 a	2.8 a	1.8 c*	1.2 b*	0.9 a*	0.0 b*
Palisades	2.7 a	2.6 a	1.9 bc	1.3 b*	0.7 a*	0.2 b*
7 días después del tratamiento						
TifEagle	2.7 a	2.3 a	1.3 ab	0.4 a*	0.8 a*	0.2 a*
TifSport	1.6 b	2.0 a	1.8 a	0.4 a*	0.7 a*	0.0 a*
Sea Isle 1	2.0 b	2.3 a	1.3 ab*	0.9 a*	0.5 a*	0.1 a*
Cavalier	1.5 b	1.8 ab	0.8 +b*	0.3 a*	0.3 a*	0.0 a*
Palisades	1.7 b	1.3 b	0.8 b*	0.3 a*	0.2 a*	0.0 a*
14 días después del tratamiento						
TifEagle	1.0 a	0.9 a	0.9 a	0.4 bc*	0.3 a*	0.1 a*
TifSport	1.0 a	1.2 a	1.0 a	0.5 b*	0.2 ab*	0.0 a*
Sea Isle 1	1.1 a	1.0 a	0.7 a*	0.7 a*	0.1 ab*	0.1 a*
Cavalier	1.0 a	1.0 a	0.4 a*	0.3 c*	0.0 b*	0.0 a*
Palisades	1.1 a	1.0 a	0.8 a	0.1 d*	0.0 b*	0.0 a*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas ($P > 0.05$).

* Supervivencia larvaria significativamente menor ($P > 0.05$) que en el grupo no tratado (concentración 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

tración más alta (Tabla 1). Tres días después del tratamiento, las concentraciones intermedias provocaron una mayor mortalidad en los cultivares que previamente habían demostrado resistencia a la rosquilla, las zoysias “Palisades” y “Cavalier” y, en menor medida, la bermuda

“TifSport” (Tabla 1). En cambio, la supervivencia de “TifEagle”, muy susceptible, fue significativamente mayor que en otras variedades con la mayor concentración de clorpirifos tres días después de la aplicación.

A los siete días de la aplicación, no se evidenciaba un

efecto significativo del cultivar sobre la supervivencia larvaria en las tres concentraciones más altas. Sin embargo, para las dos concentraciones más bajas, se observó la menor supervivencia de rosquilla en las variedades más resistentes “Cavalier” y “Palisades” (Tabla 1). El crecimiento de la superficie de césped en las plantas no tratadas, midiendo el peso fresco y seco de los recortes al final del periodo de exposición, era significativamente mayor para las dos variedades más resistentes de Zoysia “Cavalier” y “Palisades” (Tabla 2). Estas dos variedades resistentes también comenzaron a mostrar una mejora del crecimiento en comparación con las plantas no tratadas de los mismos cultivares, como se muestra en las comparativas de peso fresco y seco.

Las aplicaciones de Spinosad provocaron un 100% de mortalidad en la concentración más alta (Tabla 3). Hubo menos efectos evidentes en los cultivares dentro de cada comparación de concentración de pesticida de lo que se había observado en la prueba anterior con clorpirifos. Al contrario de lo observado con el clorpirifos, la mortalidad a concentraciones bajas de spinosad no era significativamente mayor en los céspedes más resistentes en comparación con los más susceptibles “TifEagle” y “Sea Isle 1”. De hecho, se produjo una ligera tendencia hacia el aumento de la mortalidad en los cultivares susceptibles en comparación con las variedades más resistentes de Zoysia, lo que indica probablemente una mayor ingesta de dosis efectiva en el material vegetal más susceptible (Tabla 3). De nuevo, cuando las plantas no se trataron, el crecimiento superior fue mayor para las más resistentes “Cavalier” y “Palisades” (Tabla 4). “TifEagle”, “TifSport” y “Sea Isle 1” mostraron un peso fresco y/o seco mayor para las tres concentraciones más altas de spinosad que “Cavalier” o “Palisades”, al contrario de lo que se había observado



Los adultos de rosquilla suelen verse principalmente por la noche ya que les atrae la luz. Las hembras ponen cientos de huevos, que depositan en la parte inferior de las hojas y otras superficies



Respuesta de la rosquilla a los insecticidas: la influencia de la variedad de césped

Tabla 2. Peso medio fresco y seco de céspedes con distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora a larvas de *Spodoptera frugiperda* al tratarlos con distintas concentraciones de clorpirifos e infectarlos con larvas durante dos semanas en invernadero

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0,000	0,001	0,030	0,090	0,270	0,810
Peso fresco (gramos)						
TifEagle	0.0 c	0.03 b	0.06 b	0.2 b	0.5 bc*	0.4 b*
TifSport	0.04 bc	0.03 b	0.05 b	0.2 b	0.4 c*	0.6 b*
Sea Isle 1	0.0 c	0.0 b	0.2 b	0.2 b	1.0 a*	1.1 a*
Cavalier	0.1 a	0.2 a	0.5 a*	0.6 a*	0.4 c*	0.9 a*
Palisades	0.09 ab	0.2 a	0.5 a*	0.5 a*	0.6 b*	0.6 b*
Peso seco (gramos)						
TifEagle	0.0 b	0.01 b	0.03 b	0.06 b*	0.20 a*	0.10 c*
TifSport	0.01 b	0.01 b	0.02 b	0.05 b	0.10 a*	0.30 b*
Sea Isle 1	0.00 b	0.00 b	0.05 b	0.06 b	0.20 a*	0.20 b*
Cavalier	0.04 a	0.10 a	0.20 a*	0.20 a*	0.20 a*	0.40 a*
Palisades	0.02 ab	0.04 a	0.20 a*	0.20 a*	0.20 a*	0.30 b*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas ($P > 0.05$).

* Peso de la planta significativamente mayor ($P > 0.05$) que en el grupo no tratado (concentración de 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

Tabla 3. Número de larvas de *Spodoptera frugiperda* supervivientes de cuatro larvas iniciales por réplica (n=18) criadas en invernadero en céspedes tratados con spinosad (Conserve) y que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0.000	0.000375	0.00075	0.00375	0.0375	0.375
Número medio de larvas supervivientes por réplica 7 días después del tratamiento						
TifEagle	2.8 a	2.8 a	0.7 a*	0.4 a*	0.1 b*	0.0 a*
TifSport	2.8 a	1.8 a	0.9 a*	0.2 a*	0.2 b*	0.0 a*
Sea Isle 1	3.0 a	2.2 a	0.5 a*	0.0 b*	0.1 b*	0.0 a*
Cavalier	2.7 a	2.1 a	0.5 a*	0.2 a*	0.3 b*	0.0 a*
Palisades	2.5 a	2.0 a	0.7 a*	0.1 b*	0.5 a*	0.0 a*
14 días después del tratamiento						
TifEagle	1.1 a	0.6 b*	0.4 a*	0.4 a*	0.1 a*	0.0 a*
TifSport	0.7 a	0.7 b	0.5 a*	0.1 a*	0.1 a*	0.0 a*
Sea Isle 1	1.0 a	1.0 a	0.4 a*	0.1 a*	0.1 a*	0.0 a*
Cavalier	1.0 a	0.9 ab	0.4 a*	0.1 a*	0.3 a*	0.0 a*
Palisades	1.3 a	0.9 ab*	0.3 a*	0.1 a*	0.3 a*	0.0 a*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas ($P > 0.05$).

* Supervivencia de la larva significativamente menor ($P > 0.05$) que en el grupo no tratado (concentración de 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

tras la aplicación de clorpirifos en la prueba anterior.

La aplicación de halofenozide provocó también efectos cultivares, de concentración e interacción significativos sobre la supervivencia de las larvas y el peso de la hierba (Tabla 5, 6). En este ensayo de invernadero, la supervivencia de las larvas de rosquilla en el séptimo día fue significativamente menor en la más resistente "Cavalier" que en otros cultivares más susceptibles, para todas las concentraciones de pesticida (Tabla 5), pero en el día 14, se apreciaban pocas diferencias en la supervivencia. Los efectos de la concentración sobre la supervivencia de las larvas fueron más evidentes para la bermuda "TifSport", parcialmente resistente, en la que se produjo una reducción significativa de supervivencia en comparación con los céspedes no tratados, en el 7º día y para la concentración más baja. Los efectos sobre el crecimiento en superficie de la planta fueron, sin embargo, más evidentes para paspalum "Sea Isle 1", observándose un aumento significativo del peso de la planta en concentraciones intermedias (Tabla 6).

EFFECTOS DEL CULTIVAR Y EL HALOFENOZIDE SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE ROSQUILLA EN EL CAMPO

Las parcelas (25m² cada una) se localizaron en el Jardín de Educación e Investigación de la Estación Georgia en Griffin, EEUU. Los cultivares evaluados fueron Zoysia "Palisades" y "Cavalier"; bermudas "TifSport" y "TifEagle" y paspalum 561-79 y "Sea Isle". Las variedades cultivares se dispusieron en un diseño aleatorio de bloques completo con seis réplicas. Se introdujeron quince larvas de rosquilla en 144 cestas, construidas a partir de una longitud de 15,2cm de diámetro de la tubería de PVC insertada 5 cm en el suelo de cada parcela de césped. Se aplicó halofenozide (Mach 2) a distintas dosis utilizando un pulverizador de

Tabla 4. Media de pesos fresco y seco de céspedes que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora a las larvas de *Spodoptera frugiperda* al tratarlas con varias concentraciones de spinosad (Converse) e infestarlas con larvas durante dos semanas en un invernadero

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0.000	0.000375	0.00075	0.00375	0.0375	0.375
Peso fresco (gramos)						
TifEagle	0.1 b	0.8 a	1.5 a	3.0 a*	3.4 a*	2.4 ab*
TifSport	0.0 b	0.0 b	1.1 a*	1.6 b*	0.9 d*	2.3 b*
Sea Isle 1	0.0 b	0.5 a	1.9 a*	2.7 a*	2.1 b*	1.1 a*
Cavalier	0.5 a	0.7 a	0.6 a	1.2 bc*	1.5 c*	0.8 d*
Palisades	0.4 a	0.1 b	0.7 a	1.0 c*	0.5d*	1.6 c*
Peso seco (gramos)						
TifEagle	0.03 a	0.3 a*	0.2 c	1.1 a*	1.2 a*	0.9 a*
TifSport	0.00 a	0.00 d	0.4 b*	0.6 c*	0.4 c*	0.9 a*
Sea Isle 1	0.00 a	0.1 bc	0.6 a*	0.09 b*	0.7 b*	0.8 a*
Cavalier	0.32 b	0.3 ab	0.3 c	0.4 d*	0.6 bc*	0.4 b*
Palisades	0.2 b	0.06 cd	0.3 c*	0.3 d*	0.2 d*	0.6 b*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas (P>0.05).

* Peso de la planta significativamente mayor (P>0.05) que en el grupo no tratado (concentración de 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

Tabla 5. Número de larvas supervivientes de *Spodoptera frugiperda* de cuatro larvas iniciales por réplica (n=18) criadas en invernadero en céspedes tratados con halofenozide (Mach 2) y que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0.000	0.000375	0.00075	0.00375	0.0375	0.375
7 días después del tratamiento						
TifEagle	1.9 a	2.3 a	2.0 a	1.7 a*	0.7 ab*	0.7 a*
TifSport	2.5 a	1.4 b*	1.5 b*	1.9 a*	0.8 a*	0.8 a*
Sea Isle 1	1.9 a	2.0 a	1.7 ab	2.1 a	0.3 c*	0.6 ab*
Cavalier	1.2 a	0.9 b	0.8 c	1.2 b	0.1 c*	0.2 b*
14 días después del tratamiento						
TifEagle	1.1 a	1.3 a	1.0 a	0.9 b	0.5 a*	0.3 ab*
TifSport	1.4 a	1.4 a	1.8 a	1.6 a	0.3 a*	0.4 a*
Sea Isle 1	1.6 a	1.8 a	1.6 a	2.1 a	0.2 a*	0.0 c*
Cavalier	0.9 b	0.9 a	0.8 a	1.2 ab	0.1 a*	0.05 bc*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas (P>0.05).

* Supervivencia de la larva significativamente menor (P>0.05) que en el grupo no tratado (concentración de 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

CO₂ de mochila con un Meter Jet Gun dos horas antes de introducir las larvas. Las larvas se encerraron en las cestas utilizando una pantalla de nylon. Se retiraron las cestas y se tomaron muestras de las parcelas diez días después. Se recontaron las larvas utilizando un método de muestreo estándar de enjuague con jabón (30ml de jabón para lavar por 3,8 l de agua) para extraer las larvas de la capa de colchón.

Cuando se expusieron los neonatos de rosquilla a una dosis de ¼ X de halofenozide en las parcelas del campo, los taxones del césped influyeron sobre la supervivencia de las larvas (Tabla 7). Se observó una mortalidad del 100% a la dosis marcada completa independientemente de la variedad cultivar. La supervivencia de las larvas en el césped más susceptible, "TifEagle", fue mayor que en los restantes cultivares aplicando una dosis intermedia. Las larvas expuestas al césped tratado en el tercer estadio mostraron una tendencia a una mayor supervivencia con dosis intermedias en los dos paspalums, "Sea Isle 12" y 561-79 (Tabla 7), mientras que en las zoysias "Palisades" "Cavalier" se observó una menor supervivencia.

SOBRE LOS INSECTICIDAS

Clorpirifos es un insecticida organofosforado y un inhibidor de la acetilcolinesterasa relacionado con la fosforilación de la enzima. Es letal tanto por contacto como por ingestión. Clorpirifos ha sido uno de los insecticidas más usados en el césped, si no el que más. (2, 3, 7, 14). Como insecticida de amplio espectro puede dañar a sus enemigos naturales.

Spinosad y halofenozide son alternativas para la eliminación de la rosquilla con un espectro de aplicación más reducido y una mejora demostrada en el margen de seguridad para muchos insectos benéficos (11, 13). Spinosad es un naturalyte, derivado de una bacteria actinomiceta del suelo, *Saccharopo-*

lyspora spinosa. Es una mezcla de los dos metabolitos spinosina A y D producidos por la bacteria. Su único modo de acción se basa en la excitación del sistema nervioso del insecto, actuando sobre los receptores de la acetilcolina nicotínica y sobre la función de los receptores GABA (ácido gamma-aminobutírico). Spinosad actúa como un veneno estomacal y de contacto.

Halofenozide es un acelerador de la muda que actúa sobre la hormona esteroide, necesaria para el proceso de la muda. Su ingestión provoca en la larva un intento prematuro y letal de muda. Posee una actividad residual considerable y sistémica.

En nuestros ensayos, la rosquilla respondió de diferentes formas a concentraciones más bajas de insecticida según la variedad cultivar y el tipo de insecticida. Existen numerosos factores que intervienen en las complejas interacciones entre resistencia vegetal, insecticida y herbívoros. Entre los factores que pueden contribuir a la variación en las respuestas observadas en el presente estudio se encuentran los distintos modos de acción de los insecticidas, los mecanismos de resistencia de las plantas hospedadoras, índices de consumo foliar diferenciados, edad de la plaga objetivo y la dosis de insecticida en relación con el peso corporal. En cuanto al desarrollo de las directrices de gestión para los agentes encargados del control de plagas, debe insistirse en la complejidad de las interacciones. Para comprender la variabilidad de las respuestas puede ser necesaria una evaluación caso por caso.

AGRADECIMIENTOS

La Asociación de Golf de Estados Unidos, la Fundación del Césped de Georgia, el Programa de alternativas al control de plagas de USDA/CSREES (concesión n° 2001-34381-11214) y Productores internacionales de Césped han financiado este proyecto. ■

Tabla 6. Media de pesos fresco y seco de céspedes que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora a las larvas de *Spodoptera frugiperda* al tratarlas con varias concentraciones de halofenozide (Mach 2) e infestarlas con larvas durante dos semanas en un invernadero

Concentración (ml de fórmula 2 de clorpirifos por 400 ml de agua)						
Variedad Cultivar	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	2.000
Peso fresco (gramos)						
TifEagle	0.0 b	0.0 a	0.0 b	0.1 b	1.1 b*	0.3 b*
TifSport	0.0 b	0.0 a	0.0 b	0.0 b	0.6 b*	0.6 b*
Sea Isle 1	0.1 b	0.1 a	0.2 a	1.0 a*	2.8 a*	4.0 a*
Cavalier	0.2 a	0.1 a	0.2 a	0.1 b	0.7 b*	0.5 b*
Peso seco (gramos)						
TifEagle	0.0 b	0.0 a	0.0 a	0.03 b	0.4 ab	0.01 c
TifSport	0.0 b	0.0 a	0.0 a	0.0 b	0.2 c	0.01 c
Sea Isle 1	0.01 b	0.02 a	0.01 a	0.03 a*	0.5 a*	0.7 a*
Cavalier	0.1 a	0.01 a	0.01 a	0.0 b	0.3 bc*	0.2 b*

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas ($P > 0.05$).

* Peso de la planta significativamente mayor ($P > 0.05$) que en el grupo no tratado (concentración de 0.000) dentro del mismo cultivar (fila) según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas.

Tabla 7. Porcentaje de supervivencia de larvas de *Spodoptera frugiperda* por réplica al exponerlas en el campo a céspedes tratados con halofenozide que muestran distintos niveles de resistencia de la planta hospedadora

Concentración (halofenozide expresado como una fracción del índice X* etiquetado)						
Variedad Cultivar	0.000	$\frac{1}{4}$ X***		$\frac{1}{2}$ X***		
Porcentaje de supervivencia (%) expuesto como larvas de primer estadio						
TifEagle	34.4 a	1	15.6 a		7.8 a	
TifSport	31.1 a		5.6 b		3.3 ab	
Sea Isle 1	25.3 a		0 b		1.3 b	
561-79	28.9 a		3.3 b		1.1 b	
Cavalier	10.0 a		4.4 b		2.2 b	
Palisades	22.2 a		5.6 b		0 b	
Porcentaje de supervivencia (%) expuesto como larvas de tercer estadio						
TifEagle	20.0 a		8.3 abc		3.3 a	
TifSport	16.7 a		11.7 abc		3.3 a	
Sea Isle 1	33.3 a		20.0 ab		3.3 a	
561-79	30.0 a		22.0 a		2.0 a	
Cavalier	11.7 a		6.7 bc		0 a	
Palisades	22.0 a		1.7 c		5.0 a	

Las medidas dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas según el Test protegido de Fisher de diferencias mínimas significativas ($P > 0.10^{**}$; $P > 0.05^{***}$).

* La tasa completa etiquetada X provocó un 100% de mortalidad larvaria independientemente de la variedad cultivar.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. ■ Braman, S.K., R.R. Duncan and M.C. Engelke. 2000.** Evaluation of turfgrasses for resistance to fall armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). HortScience 35: 1268-1270. (TGIF Record 71846)
- 2. ■ Braman, S. K., J. G. Latimer and C.D. Robacker. 1998.** Factors influencing pesticide use and integrated pest management implementation in urban landscapes: A case study in Atlanta. HortTechnology 8(2):145-149. (TGIF Record 83399)
- 3. ■ Braman, S. K., R. D. Oetting and W. Florkowski. 1997.** Assessment of pesticide use by commercial landscape maintenance and lawn care firms in Georgia. J. Entomol. Sci. 32:403-411. (TGIF Record 69368)
- 4. ■ Braman, S.K., A.F. Pendley and W. Corley. 2002.** Influences of commercially available wildflower mixes on beneficial arthropod abundance and predation in turfgrass. Environ. Entomol. 31:564-572. (TGIF Record 80976)
- 5. ■ Braman, S.K., R. R. Duncan, W. W. Hanna and M. C. Engelke. 2003.** Arthropod predator occurrence and performance of *Geocoris uliginosus* (Say) on pest-resistant and susceptible turfgrasses. Environ. Entomol. 32: 907-914. (TGIF Record 90845)
- 6. ■ Braman, S.K., R.R. Duncan, W.W. Hanna, and W.G. Hudson. 2000.** Evaluation of turfgrasses for resistance to mole crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). HortScience 35: 665-668. (TGIF Record 66470)
- 7. ■ Braman, K, T. Murphy, L. Burpee, and G. Landry. 2002.** Survey of pest management practices used by Georgia sod producers. Georgia Sod Producers Association News 12 (1): 1-17. (TGIF Record 107257)
- 8. ■ Braman, S.K., R.R. Duncan, M.C. Engelke, W.W. Hanna, K. Hignight, and D. Rush. 2002.** Grass species and endophyte effects on survival and development of fall armyworm. J. Econ. Entomol. 95: 487-492. (TGIF Record 80172)
- 9. ■ Braman, S.K., A.F. Pendley, R.N. Carrow, and M.C. Engelke. 1994.** Potential resistance in zoysiagrasses to tawny mole crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). Fla. Entomol. 77: 302-305. (TGIF Record 84918)
- 10. ■ Chang, N.T., B.R. Wiseman, R.E. Lynch, and D.H. Habeck. 1986.** Growth and development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on selected grasses. Environ. Entomol. 15: 182-189. (TGIF Record 107306)
- 11. ■ Hill, T.A. and R.E. Foster. 2003.** Influence of selected insecticides on population dynamics of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid, *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), in cabbage. J. Entomol. Sci. 38: 59-71.
- 12. ■ Hill, B.H.C., H.F. van Emden and R.O. Clements. 1990.** Control of frit fly (*Oscinella* spp.) in newly sown grass using a combination of low doses of pesticide, resistant grass cultivars and indigenous parasitoids. Crop Protection 9: 97-100. (TGIF Record 107307)
- 13. ■ Kunkel, B.A., D.W. Held, and D.A. Potter. 2001.** Lethal and sublethal effects of bendiocarb, halofenozide, and imidacloprid on *Harpalus pennsylvanicus* (Coleoptera: Carabidae) following different modes of exposure to turfgrass. J. Econ. Entomol. 94: 60-67. (TGIF Record 72106)
- 14. ■ Oetting, R.D., S.K. Braman, and J.R. Allison. 1994.** Insecticide use patterns for insect pests of American sod production. American Sod Producers Association Turf News 18(2):19, 21-22 (TGIF Record 29873)
- 15. ■ Reinert, J.A., and M.C. Engelke. 2000.** Host resistance to insects and mites in *Zoysia* spp. for urban landscapes. Int. Cong. of Entomol. Abst.
- 16. ■ Reinert, J.A., M.C. Engelke, and S.J. Morton. 1993.** Zoysiagrass resistance to the zoysiagrass mite, *Eriophyes zoysiae* (Acari: Eriophyidae). Int. Turfgrass Soc. Res. J. 7: 349-352. (TGIF Record 28046)
- 17. ■ Reinert, J.A., M.C. Engelke, R.L. Crocker, S.J. Morton, P.S. Graff, and B.R. Wiseman. 1994.** Resistance in zoysiagrass (*Zoysia* spp.) to the fall armyworm (Spodoptera frugiperda). Texas Turfgrass Res.-1994, Consolidated Prog. Rep. PR-5248: 39-42. (TGIF Record 62229)
- 18. ■ Reinert, J.A., M.C. Engelke, J.C. Read, S.J. Maranz, and B.R. Wiseman. 1997.** Susceptibility of cool- and warm-season turfgrasses to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. Int. Turfgrass Society Res. J. 8: 1003-1011. (TGIF Record 56124)
- 19. ■ Reinert, J.A., J.C. Read, M.C. Engelke, P.F. Colbaugh, S.J. Maranz, and B.R. Wiseman. 1998.** Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, resistance in turfgrass. Mededelingen, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Proc. 50th Inter.Symp. Crop Prot., Gent, Belgium 63 (2b): 467-471. (TGIF Record 107313)
- 20. ■ Shortman, S.L., S.K. Braman, R.R. Duncan, W.W. Hanna and M.C. Engelke. 2002.** Evaluation of turfgrass species and cultivars for potential resistance to two lined spittlebug, *Prosapia bicincta* (Say) (Homoptera:Cercopidae). J. Econ. Entomol. 95: 478-486. (TGIF Record 80171)
- 21. ■ Wiseman, B.R. and R.R. Duncan. 1996.** Resistance of *Paspalum* spp. to *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. J. Turfgrass Management. 1:23-36. (TGIF Record 39350)