

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**POTENCIAL DE ANTIBIOSIS DE NUEVE ESPECIES DE *Paspalum spp.* CONTRA
*Spodoptera frugiperda***

POR

EDGAR RAMÓN FERRUFINO SUÁREZ

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

**POTENCIAL DE ANTIBIOSIS DE NUEVE ESPECIES DE *Paspalum spp.* CONTRA
*Spodoptera frugiperda***

**POR
EDGAR RAMÓN FERRUFINO SUÁREZ**

**Dr. ROY MENJIVAR
Asesor Principal**

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza necesaria para salir siempre adelante pese a las dificultades, por colocarme en el mejor camino, iluminando cada paso de mi vida, y por darme la salud y la esperanza para terminar este trabajo

A MI MADRE MARIA MAGDALENA SUÁREZ

A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas, su paciencia, su comprensión, su empeño, su fuerza y su inmenso amor.

A MI PADRE RAMON ROSA FERRUFINO

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado aconsejándome y apoyándome siempre.

A MIS HERMANOS AÍDA Y ADRIEL FERRUFINO

Por ser mi luz, y estar siempre presentes, convirtiéndose en pilares fundamentales para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A DIOS: Por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; dando lugar a cada de uno de todos los momentos que han pasado a lo largo de mi estancia.

A MI FAMILIA: cada uno de los que son parte de mi familia, a mi padre, mi madre, mis hermanos, primos y tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me ha ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA: Por ser el centro que me formó como profesional y de donde me llevo los mejores conocimientos.

A LA UNIVERSIDAD DE GEORGIA: Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación, en especial a Ph.D. S. Kristine Braman, y a Ph.D. Rolando Orellana quienes fueron partícipe en todo mí trabajo, brindándome su colaboración en todo momento.

A mis maestros y asesores de tesis como es Dr. Roy Menjivar, M.Sc Raúl Isaías Muñoz, M.Sc José Andrés Paz por facilitarme las herramientas de formación necesarias para hoy culminar de la mejor manera esta etapa tan importante en mi vida, muchas gracias.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE: Con quienes compartí alegrías y tristezas a lo largo de cuatro años, en especial a Alex Chacón, Darcy Martínez, Nery Gómez, Carlos Carrasco, Eduardo Pinto, Selvin Saravia, Teddy García, Nelvin Espinoza, Edgard Matute, Edgar Cuellar, Walter Pereira, Jorge Velásquez, Meliza Peña, Marizol Granados, Susan Gómez, Grecia Navarro, quienes me dieron su amistad su comprensión y su confianza.

CONTENIDO

	pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Generalidades	4
3.1.1 Usos y reproducción	4
3.1.2 Clasificación taxonómica	5
3.1.3 Condiciones agroclimáticas	5
3.1.4 Fertilización	6
3.1.5 Principales plagas de <i>Paspalum spp.</i>	6
IV. MATERIALES Y MÉTODO	14
4.1 Ubicación del experimento	14
4.2 Materiales y Equipo	14
4.3 Origen de los materiales de <i>Paspalum</i>	14
4.4 Reproducción de <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
4.5 Establecimiento del experimento	15
4.6 Variables evaluadas	15
4.7 Diseño experimental	16
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1 Sobrevivencia de larvas	18
5.2 Peso de las larvas y pupas	20
5.3 Formación del estado pupal	22
5.4 Emergencia de adultos	24

VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto de antibiosis de nueve especies de *Paspalum* y *Zoysia. matrella* sobre peso de larvas y pupas después de ser alimentadas con recortes de hojas. 21

Cuadro 2. Efecto de antibiosis de nueve especies de *Paspalum* y *Zoysia. matrella* sobre peso de larvas pupas al alimentarse de las plantas en las macetas. 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> sobre el porcentaje de sobrevivencia de <i>S. frugiperda</i> en laboratorio..	19
Figura 2. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el porcentaje de sobrevivencia de <i>S. frugiperda</i> en condiciones de campo.....	20
Figura 3. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el numero de pupas formadas de <i>S. frugiperda</i> en laboratorio.....	23
Figura 4. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el numero de pupas formadas de <i>S. frugiperda</i> en condiciones de campo.	24
Figura 5. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el porcentaje de emergencia de adultos de <i>S. frugiperda</i> en laboratorio..	25
Figura 6. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el porcentaje de emergencia de adultos de <i>S. frugiperda</i> en condiciones de campo.....	26

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para sobrevivencia de larvas en condiciones de laboratorio	36
Anexo 2. Análisis de varianza para sobrevivencia de larvas en condiciones de campo.....	36
Anexo 3. Análisis de varianza para peso de larvas y pupas en condiciones de laboratorio	36
Anexo 4. Análisis de varianza para peso de larvas y pupas en condiciones campo.....	36
Anexo 5. Análisis de varianza para formación del estado pupal en condiciones de laboratorio	37
Anexo 6. Análisis de laboratorio para la formación del estado pupal en condiciones de campo	37
Anexo 7. Análisis de varianza para emergencia de adultos en condiciones de laboratorio	37
Anexo 8. Análisis de varianza para emergencia de adultos en condiciones de campo ..	37
Anexo 9. Efecto del potencial de antibiosis de <i>Paspalum</i> y <i>Zoysia matrella</i> , sobre el porcentaje de emergencia de adultos de <i>S. frugiperda</i> en laboratorio y en condiciones de campo	38

Ferrufino Suárez, E. R. Potencial de antibiosis de nueve especies de *Paspalum spp.* Contra *Spodoptera frugiperda*. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 38.

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en los laboratorios del departamento de entomología de la Universidad de Georgia (UGA). Como tratamientos se evaluaron nueve especies de *Paspalum*: *P. ionanthum*, *P. macrophyllum*, *P. minus*, *P. notatum*, *P. notatum vr sauræ*, *P. quadrifarium*, *P. thunbergii*, *P. vaginatum 22*, *P. vaginatum 31* y *Zoysia matrella* como control, quien en estudios previos mostro alto potencial de antibiosis contra *S. frugiperda*. Las variables evaluadas tanto bajo condiciones de invernadero y laboratorio fueron: Sobrevivencia de larvas, peso de larvas a los 14 días, peso de pupas, formación de pupa y emergencia de adultos. Para el desarrollo del experimento se utilizó 900 larvas del primer estadío de *S. frugiperda* bajo un Diseño Completamente al Azar, con 10 tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados encontrados fueron similares para ambas condiciones de evaluación. En la sobrevivencia de larvas de *S. frugiperda* se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, siendo *P. ionanthum* y *Z. matrella* los que mostraron un 100% de mortalidad de larvas, con ello se demuestra que estas especies fueron las que mostraron el mayor potencial de antibiosis. Para el peso de larvas y pupas se encontró diferencia significativa entre los tratamientos restantes, donde *P. notatum vr sauræ*, *P. thunbergii* y *P. minus* mostraron mayor reducción en el peso de las larvas en comparación con los demás materiales, pero no en el caso del peso de pupas, donde no se encontró una significancia para todos los tratamientos evaluados. Para la variable de formación del estado pupal se encontró que *P. notatum vr sauræ* y *P. macrophyllum* obtuvieron el menor y significativo porcentaje de pupación (26.6%), demostrando con ello que estas especies fueron las que más influyeron en evitar la formación de pupas. En la variable emergencia de adultos en invernadero se encontró que existe diferencia estadística significativa ($P \leq 0.001$), donde *P. macrophyllum* y *P. thunbergii* únicamente permitieron la emergencia del 5% de adultos de *S. frugiperda* en comparación a los demás, que tuvieron emergencia superior al 20%. Se concluye que por el alto potencial de antibiosis de *P. ionanthum*, no se recomienda el uso de productos químicos o biológicos para el control de *S. frugiperda*, además de *P. ionanthum* también sobresalieron con un moderado grado de antibiosis las especies *P. macrophyllum*, *P. thunbergii* y *P. notatum vr sauræ*.

Palabras claves: Gusano cogollero, Resistencia, sobrevivencia de larvas, metabolitos.

I. INTRODUCCIÓN

En los campos de golf, de atletismo, o en diferentes lugares paisajísticos, el césped es atacado por distintos insectos, por ello los profesionales encargados del césped deben estar familiarizados con los daños que estos causan, para evitar su deterioro y mantener a su vez la calidad. Además de saber identificar los insectos, es importante tener conocimiento básico de su biología, conocer sus lugares de refugio, y entender las distintas opciones de manejo disponibles, así como también conocer los insecticidas usados para su manejo. (Layton *et al.* 2010).

Las plagas que atacan céspedes son manejadas de diferentes maneras, el concepto de manejo integrado de plagas incluye el uso de umbrales económicos, exploración, prácticas culturales, uso de enemigos naturales, pesticidas, así como también el uso de resistencia varietal para su manejo. La aplicación de pesticidas en céspedes de estación cálida es la actividad que genera costos elevados y un peligro potencial para la salud humana, es por esto que el uso de céspedes con acción antibiótica contra algunos insectos es una de las alternativas más relevantes e innovadoras de la ciencia (Meagher *et al.* 2006).

La Universidad de Florida propone generar transgénicos de *Paspalum* con la expresión estable de un *Bacillus thuringiensis* (Bt) de genes Berliner (endotoxina que se había demostrado que producen toxicidad para el gusano cogollero) y llevarlos a cada una de las plantas, luego evaluarlas en condiciones de campo para determinar el grado de resistencia a este insecto, así como el desarrollo de protocolos de transformación genética de transgénicos *Paspalum* con expresión estable de la toxina insecticida (Meagher *et al.* 2006).

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar diferentes especies de *Paspalum* para determinar cuál de estos materiales presenta el mejor potencial de antibiosis contra *Spodoptera frugiperda* para ser utilizado en el control de la plaga.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar si existe potencial de antibiosis en las especies del género *Paspalum* evaluadas contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

2.2. Específicos

Cuantificar la sobrevivencia de larvas y la emergencia de adultos de *Spodoptera frugiperda*, bajo efecto de antibiosis de las especies de *Paspalum* evaluadas.

Determinar las diferencias de peso promedio de larvas y pupas de acuerdo a las especies de *Paspalum* ofrecidas como alimento.

Cuantificar el número promedio de pupas formadas por cada especie de *Paspalum* con efecto de antibiosis sobre *S. frugiperda*.

Seleccionar las especies de *Paspalum* que tienen efecto de antibiosis contra *Spodoptera frugiperda*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades

Especies del genero *Paspalum* son conocidas como céspedes de calidad y son usados en regiones tropicales y subtropicales, en donde se ocupa agua salada para el riego, este género también es conocido como, Siltgrass, Envoltura, Jointgrass Sal, Millet Mar, Knotgrass arena y Cama de agua salada. Es nativo del centro-este de Sur América, desde Argentina a través de Uruguay y en Brasil es un excelente césped para golf, que puede mantenerse en diferentes lugares de juego (Braman 2002).

3.1.1 Usos y reproducción

Paspalum es una hierba perenne de estación cálida, no produce semillas altamente viables, y por lo tanto deben ser propagadas vegetativamente. La propagación se puede lograr mediante estolones, rizomas o ramitas, *Paspalum* ha sabido sobrevivir incluso bajo el agua durante varios días. El Dr. Duncan, de la Universidad de Georgia, argumenta que este césped crece perfectamente en los campos de golf que reciben lluvias durante 250 días del año aproximadamente (Layton *et al.* 2010).

Paspalum es un género grande de pastos C4 con alrededor de 400 especies que son nativas de las regiones predominantemente tropicales y subtropicales. El centro de diversidad se encuentra en América del Sur. Sólo unas pocas especies se han desarrollado comercialmente para su uso como pastos, forraje, o céspedes. (Williams 2011).

El gran poder evolutivo es generado por la ocurrencia de la hibridación sexual ocasional seguido por la fijación exitosa de genotipos poliploides. Una mejor comprensión de este sistema debería dar lugar a considerables avances realizados en el

fitomejoramiento; en este contexto, la recogida y conservación de la especie diploide sexual *Paspalum* requiere una actuación prioritaria ya que esta especie proporcionará el motor para la generación de la diversidad genética nueva (Williams 2011).

3.1.2 Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Paspalum</i>

(Carrow *et al.* 1998).

3.1.3 Condiciones agroclimáticas

El género está adaptado a suelos húmedos y de textura fina, *Paspalum* es tolerante a la sombra, a la sequía y tolera pH que van de cuatro a ocho (Acuña 2010).

Calidad y cantidad de agua es el principal problema que enfrenta la industria del césped en el siglo XXI. Demanda de agua potable seguirá aumentando en el lado humano e industrial, mientras que el césped de recreo será relegado a la utilización obligatoria y generalizada de agua reciclada. Muchos céspedes recreativos suelen tener las tasas de uso de agua de 3 a 12 mm/día (Beard 1989).

Una estrategia a largo plazo para reducir las necesidades de riego es el desarrollo y el uso de cultivares tolerantes a la sequía (Carrow *et al.* 1990). La sequía dispara a las respuestas de crecimiento que incluye, el marchitamiento rápido de las hojas, blanqueados, aumento de la temperatura del dosel, reducción de la densidad y el verdor reducido (Miner y Butler 1985, Aroson *et al.* 1987).

3.1.4 Fertilización

Como regla general, la cantidad de nitrógeno aplicada a *Paspalum* es moderada. Aguas ricas en nutrientes deben ser consideradas en el programa de fertilidad. El nitrógeno excesivo reducirá la calidad del césped y aumentará el potencial de deterioro; mientras que el magnesio, potasio y hierro son nutrientes importantes en la mantención de *Paspalum* (Acuña 2010).

3.1.5 Principales plagas de *Paspalum spp.*

De los muchos gusanos que se alimentan de hierbas, son relativamente pocos los reportados como plagas de las gramíneas bajo las mismas condiciones naturales en que se cultiva el césped en los Estados Unidos (Crumb 1956; Hodges *et al.* 1983).

Paspalum es susceptible al daño de grillos topo (Familia Gryllotalpidae), larvas de lepidópteros de varios géneros, insectos hemípteros de la superfamilia *Cercopoidea*, gusanos blancos (*Pyilophagasp.*), larvas del género *Sphenophorus*, larvas del género *Agrotis*, y larvas del género *Spodoptera* (Braman *et al.* 2002).

Spodoptera frugiperda

El gusano cogollero (*S. frugiperda*) es una especie de lepidóptero de la familia Noctuidae muy conocida en el ámbito agrícola por ser una plaga bastante importante atacando distintos cultivos de importancia económica, como ser: *Zea mays* (maíz), *Gossypium spp.* (Algodón) y *Paspalum* entre otros (Valdivia 1999). Sin duda alguna, la plaga más importante de *Paspalum* es el cogollero, cuya larva joven hace una especie de ventanita en las hojas y la larva grande se alimenta vorazmente de las hojas más jóvenes, dejando agujeros grandes e irregulares. Los ataques de esta plaga tienden a ser más serios en áreas y períodos secos (Valdivia 1999).

Las larvas prefieren las hierbas y se alimentan de partes de las plantas que están más jóvenes, las puntas de las hojas pueden parecer transparentes en las células vegetales

que se han comido, dejando sólo una fina membrana. El gusano cogollero es una de las plagas del césped importante en prados, calles y campos de golf en los estados sureños de Estados Unidos (Baker 1982; Oliver 1928; Oliver Okamura 1959; y Chapin 1981).

Biología

Huevo

Los huevos de *Spodoptera* son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido y se tornan gris a medida se acerca la eclosión la cual ocurre de tres a cinco días después de la oviposición. Las hembras depositan los huevos particularmente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas que se encuentran recubiertos por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven de protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos (CORPOICA 2003).

Los huevos del gusano cogollero son achatados circular, ligeramente más ancho que alto, y bastante similar en tamaño. Miden 0,47 a 0,58 mm de ancho por 0,39 a 0,50 mm de altura. Cuando están recién puestos, los huevos son de color verdoso a blanco. A medida que envejecen, los huevos se oscurecen y van de gris y marrón oscuro a negro antes de la eclosión (Crumb 1929; Baker 1982;).

Los huevos son depositados en masas y permanecen desnudos, esta especie tiene hábito de oviposición de manera indiscriminada en sus plantas hospederas, en las ramas, en el cerco, en los edificios, y en otros objetos (Luginbill 1928; Oliver 1928).

Larva

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a plantas vecinas, evitando así la competencia por alimento o el canibalismo, debido que al nacer el canibalismo en esta especie es elevado, su color varía según el alimento, pero generalmente son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y

longitudinales; en el dorso se distingue una mancha negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero más amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una “Y” blanca invertida. La duración del estadio larval está entre 14-22 días. (CORPOICA 2003).

Las larvas pasan por seis o siete estadios, siendo los de mayor importancia para tomar medidas de manejo, los dos primeros. El primer estadio mide entre dos y tres milímetros y la cabeza es totalmente negra, el segundo de 4-10 milímetros y pueden alcanzar hasta 35 milímetros de longitud en su último estadio. A partir del tercer estadio se dedican a comer vorazmente y es cuando el umbral de daño es más alto (CORPOICA 2003).

En el primer estadio desprenden hilos de seda tan pronto como han nacido, el cual les ayuda en la dispersión, también influenciada por el viento y esto permite que los insectos se bajen al césped para comenzar a alimentarse. En el primer estadio se alimentan sólo de la superficie inferior de la lámina de la hoja, dejando la parte superior (la epidermis). Las larvas se alimentan a cualquier hora del día, pero son más activas en las primeras horas del día, más tarde las larvas comen el área entera de la hoja, lo que da al césped un aspecto irregular (Baker 1982; Oliver 1982).

Pupa

Son de color caoba y miden de 14-17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal (cremaster) terminando en dos espinas o ganchos en forma de “U” invertida. Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto esta en reposo de 7 a 13 días para que emerja el adulto (Valdivia 1999).

Adulto

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, viven de 10-12 días y ponen alrededor de 1000 huevecillos (100-150 por postura) durante su

ciclo mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son totalmente blancas. En reposo doblan sus alas sobre su cuerpo formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia del tórax (CORPOICA 2003).

Este mismo autor adiciona que los adultos permanecen escondidas dentro de la hojarasca, entre la maleza, o en los sitios sombreados durante el día y son totalmente activas al atardecer y durante la noche, pudiendo desplazarse varios kilómetros, especialmente cuando soplan vientos fuertes.

Manejo de la plaga

El concepto de manejo integrado de plagas incluye el uso de diferentes métodos de control en forma armónica o planificada, ello incluye el uso de plaguicidas sintéticos como última alternativa. El uso de pesticidas en los campos de golf genera costos muy elevados debido a las grandes aéreas que estos poseen, y un gran peligro potencial para la salud humana, es por esto que el uso de céspedes con características antibióticas contra algunas plagas insectiles es una posible solución para reducir el uso excesivo de pesticidas y disminuir la contaminación (Meagher *et al.* 2006).

Polillas de gusano cogollero se notan principalmente en la noche ya que son atraídos por las luces; las masas de huevos son pegadas por las hembras en las superficies inferiores, así como en las hojas de los árboles. Cada hembra pone alrededor de 1,000 en masas hasta de 400 huevos, de dos a cuatro capas de espesor. La oviposición se inicia poco después de anochecer, dura hasta media noche; las hembras viven unos cinco días (Luginbill 1928; Oliver 1928).

Control cultural

Para el control cultural en campos de golf se realizan las labores de verticorte que puede ser profundo, o leve aunque el más común es el leve, debido a que el profundo puede dañar el *Paspalum*. El objetivo de las prácticas de verticorte es estimular el crecimiento

del césped. Otra de las prácticas culturales usadas es el empleo de soluciones de agua con azúcar con el fin de atraer hormigas para la depredación de las larvas, aunque esta práctica se recomienda para áreas no muy extensas (Acuña y Shetlar 2010).

Otra técnica recomendada por Braman *et al.* (2002) consiste en que las larvas pueden ser controladas utilizando la "técnica de riego" que consiste en mezclar una onza de detergente para lavar platos con un galón de agua y la solución se vierte sobre un área determinada donde se sospecha de una infestación de *S. frugiperda*. El detergente irrita los insectos, provocando que salgan a la superficie rápidamente y quedar expuestas a los depredadores.

Control químico

La aplicación de insecticidas a tiempo para el manejo de *S. frugiperda* podría recomendarse a las dos semanas después de la actividad de la polilla, debiéndose hacer durante horas de la tarde cuando las orugas se alimentan y son más activas (Braman *et al.* 2002).

a) Tratamientos preventivos

Experimentos hechos con insecticidas del grupo de los neonicotinoides (usualmente insecticidas con un largo efecto residual) han mostrado que algunos aplicados a campos de golf otorgan una supresión de los gusanos cortadores por cerca de 30 días. Otros insecticidas sistémicos pueden tener efecto residual por 14 a 90 días (Acuña y Shetlar 2010).

b) Tratamientos curativos

Varios insecticidas organofosforados, carbamatos, piretroides y diacilhidracinas son efectivos para el control de gusanos cortadores en céspedes. En canchas de golf, específicamente en el interior de los campos de juego o en sus alrededores; se recomienda aplicar los insecticidas en bandas, rodeando el área afectada (un mínimo de

ancho de la bomba de aplicación) lo cual ayudará a que la larva no se acerque nuevamente al área de juego desde sectores aledaños (Acuña y Shetlar 2010).

c) Resistencia varietal

Howard (1930), menciona que los cultivares que pudieran tolerar o resistir el daño de los insectos sin sufrir una severa reducción de los rendimientos, se remonta a más de dos siglos atrás. En 1785, había informes acerca de las posibilidades de contar con cultivares de trigo resistentes a la mosca de Hesse, *Phytophaga destructor*, sin embargo, el primer caso probado y bien documentado de resistencia fue conocido a través de Lindley en 1831 cuando se encontró que la variedad de manzana *Winter majetina* resistente al áfido *Eriosoma lanigerum*.

Técnicas de la biotecnología se han utilizado para mejorar la diversidad de *Paspalum spp.* (Variación somoclonal a través de cultivo de tejidos), para desarrollar los protocolos de las transformaciones, y el análisis del genoma. Este enfoque mejora la eficiencia del método de cría tradicional y precisión en la caracterización de las diferentes accesiones de la colección de *Paspalum* donde varias especies han sido cultivos in vitro (Cardona 1996; Cardona y Duncan 1997).

La resistencia varietal o habilidad de una planta para defenderse del ataque de un insecto es la mejor forma de control y se debe a la acción individual o conjunta de tres mecanismos de defensa de la planta denominados antibiosis, antixenosis y tolerancia (Cardona *et al.* 2004).

Antibiosis

Este término fue propuesto por Painter (1941) para aquellos efectos adversos a la vida de los insectos que ocurren cuando el insecto utiliza una variedad o especie de planta hospedante para su alimentación. Los efectos sobre el insecto pueden ser fecundidad reducida, menor tamaño, vida anormal e incremento de la mortalidad. La Antibiosis a

menudo resulta en aumento de la mortalidad o reducción en la longevidad y reproducción del insecto. Representa aquellas características de la planta, bien sea física o química que actúan contra la biología del insecto. Por ejemplo, factores anti nutricionales o compuestos del metabolismo secundario de las plantas pueden afectar adversamente la nutrición, la reproducción o el desarrollo de los insectos plaga y conferir características antibióticas a la planta (Sotolongo *et al.* 1988).

La presencia de tricomas glandulares o en forma de gancho en tallos y hojas puede ser considerada un mecanismo físico de antibiosis contra algunos insectos. Se han observado ninfas atrapadas en las secreciones de los tricomas glandulares y otras atrapadas en los ganchos que forman los tricomas. El mejoramiento genético tendería a aumentar la densidad de estos tricomas para hacer la planta resistente al ataque por insectos (Sotolongo *et al.* 1988).

La antibiosis debe ser basada en múltiples mecanismos o debe ser mutigénica para ser estable, de lo contrario los insectos son capaces de desarrollar biotipos o razas que a su vez son resistentes al mecanismo de antibiosis de la planta, como ha sido el caso de *Schizaphis graminis* y la resistencia del sorgo, donde la planta desarrolla con cierta regularidad biotipos que no son susceptibles al mecanismo de resistencia del sorgo (Sotolongo *et al.* 1998).

La resistencia por antibiosis ocurre cuando la planta tiene un efecto adverso en la biología del insecto, esta se debe a la presencia de factores químicos tales como: proteínas, toxinas (alcaloides, quetonas), inhibidores (de alpha amilasa, tripsina) o de factores físicos que protegen la planta causando un efecto letal en estados inmaduros impidiendo su desarrollo y causen daño al genotipo resistente con este mecanismo, además la antibiosis actúa como un insecticida natural producido por la planta para protegerla del insecto (Cardona *et al.* 2004).

La mejora de variedades de *Paspalum* ha sido recientemente lanzada al mercado después de muchos años de investigación sobre los ecotipos diferentes, y representan una hierba muy atractiva para el medio ambiente; así como los campos de golf de alta

calidad y el césped en casa, especialmente en la costa y las áreas del sur de EE.UU. y el Caribe mediante la expresión de una endotoxina de *Bacillus thuringiensis* para aumentar la resistencia al gusano cogollero en el pasto bahía (Meagher 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en la Universidad de Georgia, ubicada en la ciudad de Griffin, estado de Georgia, Estados Unidos de Norte América. Esta se encuentra a 298 msnm con una temperatura media de 27°C, humedad relativa de 80%, una precipitación anual promedio de 1620 mm., la velocidad del viento es de 12 km/h.

4.2 Materiales y Equipo

Los materiales utilizados fueron placas petri, capsulas plásticas (Bio-serv, Frenchtown, NJ), bandejas, cámara bioclimática para mantener la temperatura constante, larvas de *Spodoptera frugiperda* *Paspalum spp.* Y *Zoysia*, macetas plásticas, agua destilada, toallitas de papel, papel filtro, papel parafina (sellar), tijeras, balanza, cámara digital computador y vehículo.

4.3 Origen de los materiales de *Paspalum*

Las gramíneas fueron obtenidas del programa de mejoramiento del césped de la Universidad de Georgia (selecciones *Paspalum spp.*). Las semillas fueron germinadas en condiciones de niebla y luego trasplantadas a seis macetas de plástico estándar con Metro Mix 300, posteriormente los pastos se cultivaron y mantuvieron en invernaderos en el campus de la universidad.

4.4 Reproducción de *Spodoptera frugiperda*

Los huevos de *S. frugiperda* se obtuvieron de un proveedor comercial (Benzon Investigación, Carlisle, Pensilvania), y fueron mantenidos hasta la eclosión a 27°C en

bolsas plásticas. Las larvas recién nacidas fueron transferidas a capsulas plásticas (Bio-Serv, Frenchtown, NJ), que contenían recortes de las hierbas frescas de interés.

4.5 Establecimiento del experimento

Se colocaron 30 larvas por especie de hierba. Las larvas se criaron individualmente, y cada capsula se etiquetó con el número correspondiente a cada una de las especies de *Paspalum* utilizadas como tratamiento en el ensayo. Las bandejas fueron apiladas al azar en una cámara ambientalizada (bioclimática) a una temperatura constante de 24 °C y fotoperiodo de (15:9 Luz: oscuridad). Los recortes de hojas tiernas de *Paspalum* que se les proporcionó como fuente alimenticia a las larvas de *S. frugiperda* se realizó diariamente. La alimentación diaria de los recortes de césped continuó hasta que todas las larvas se convirtieron exitosamente en pupas o murieron.

En el invernadero se utilizaron jaulas para mantener las larvas aisladas, estas contenían 3 macetas con plantas de *Paspalum spp.* donde fueron colocadas las larvas después de la eclosión. Se colocaron 60 larvas por especie de hierba. Las larvas crecieron en condiciones naturales a 32°C y 55% de humedad relativa hasta convertirse en adultos o morir.

4.6 Variables evaluadas

Sobrevivencia de larvas

Se registró a los siete días después de la eclosión de los huevos. Se obtuvo el porcentaje de sobrevivencia relacionando el número de larvas inicial con el número de larvas presentes a los ocho días. Para la obtención de esta variable se desarrolló la fórmula siguiente:

$$\begin{array}{lcl} \text{Numero de larvas inicial} & \longrightarrow & 100\% \\ \text{Numero de larvas final} & \longrightarrow & X \end{array} \quad X = \frac{\# \text{ delarvasfinal} * 100}{\# \text{ delarvasinicial}}$$

Peso de larvas y pupas

Se registraron los pesos en mg de las larvas a los catorce días después de la eclosión (instar previo a la entrada a pupa) y los pesos de las pupas en el momento de la formación, los cuales se obtuvieron utilizando una balanza analítica.

Formación del estado pupal

Se contabilizó el número de larvas que formaron la pupa por cada tratamiento de césped evaluado un día después, en el ensayo realizado en la cámara ambientalizada y en el invernadero se contabilizó el número de estas cuando ninguna larva se observó sobre la superficie del suelo. La no formación de pupa por parte de la larva, posiblemente puede ser un indicativo de antibiosis.

Emergencia de adultos

Se obtuvo el porcentaje de adultos emergidos por tratamiento de césped (para ello se obtuvieron dos porcentajes: el primero relacionando el número de larvas iniciales con el número de adultos emergidos y el segundo relacionando el número de pupas formadas y el número de adultos emergidos). Para la obtención de esta variable se desarrolló la fórmula siguiente:

$$\begin{array}{lcl} \text{Número de larvas iniciales} & \longrightarrow & 100\% \\ \text{Número de adultos emergidos} & \longrightarrow & X \end{array} \quad X = \frac{\# \text{ de adultos emergidos} \cdot 100}{\# \text{ de larvas iniciales}}$$

4.7 Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos (nueve especies de *Paspalum* y una de *Zoysia spp.* como testigo) con seis repeticiones, conteniendo cada una cinco larvas haciendo un total 30 larvas por tratamiento en la cámara ambientalizada (laboratorio). En el invernadero se evaluaron diez tratamientos, con seis repeticiones de 10 larvas por cada una, teniendo un total de 60 larvas por tratamiento.

Los datos se sometieron a un análisis unidireccional de varianza (ANOVA) con el Modelo Lineal General (GLM) en el Sistema SAS (SAS Institute, 1985). Cuando se encontró diferencia significativa, la separación de medias de la sobrevivencia de larvas a los ocho días, el peso de larvas y pupas, formación del estado pupal y emergencia de adultos se obtuvo a través de la prueba de medias por la menor diferencia significativa (LSD con $P < 0.05$).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antibiosis es definida como la capacidad que posee un organismo de interrumpir, retrasar, o causar una inhibición total del desarrollo de otro organismo. En el trabajo realizado fueron evaluadas cuatro variables con el fin de medir el grado de antibiosis de las especies de *Paspalum* contra *Spodoptera frugiperda*.

5.1 Sobrevivencia de larvas

Para la obtención de los resultados de la presente variable, se evaluó después de siete días de la eclosión de los huevos, el número de larvas sobrevivientes por cada especie de césped (Figura 1), en donde según los resultados del análisis de varianza se observa que entre los tratamientos evaluados, uno de ellos (*P. ionanthum*) mostró una reducción altamente significativa ($P \leq 0.0001$) con respecto a las demás especies de *Paspalum*, sin embargo, demostró una capacidad de antibiosis con significancia igual ($P \leq 0.0001$) que *Zoysia matrella*, utilizada como control. Estudio similar realizado por Braman *et al.* 2009, muestra que el efecto de antibiosis de *P. ionanthum* sobre *S. frugiperda* puede alcanzar hasta un 80% de reducción de larvas, lo que confirma el potencial inhibidor que posee *P. ionanthum* sobre el desarrollo de *S. frugiperda*.

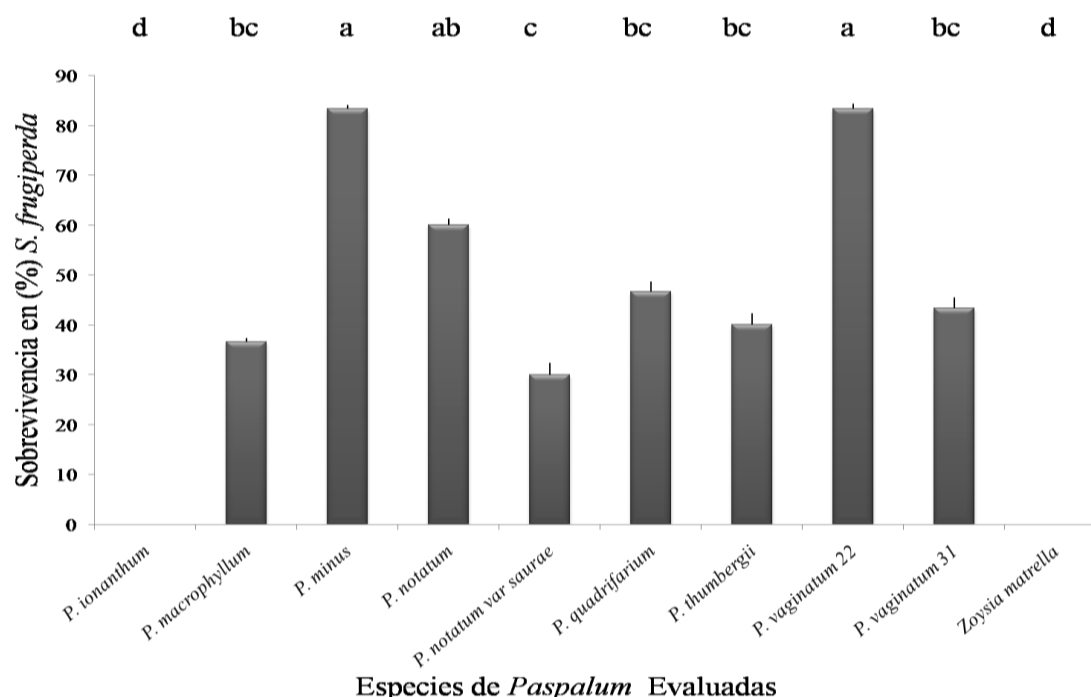


Figura 1. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella* sobre el porcentaje de sobrevivencia de *S. frugiperda* en laboratorio.

Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=30$)

En el invernadero la obtención de esta variable se realizó de igual manera, donde se evaluó también a los siete días después de la eclosión de los huevos, el número de larvas sobrevivientes por cada especie de *Paspalum* (Figura 2), en donde según los resultados del análisis de varianza se observa que entre los tratamientos evaluados, uno de ellos (*P. ionanthum*) mostró reducción significativa ($P \leq 0.0001$), con respecto a las demás especies de *Paspalum*, sin embargo se encontró una capacidad antibiótica con significancia igual que el control ($P \leq 0.0001$).

Tanto en el invernadero como en la cámara ambientalizada los resultados muestran la misma tendencia en *P. ionanthum*. Esto posiblemente se manifestó por las características morfológicas o químicas de la planta que no permitieron que la plaga se alimentara o que causara un efecto negativo en el metabolismo de la plaga cuando fue consumida parte de la planta.

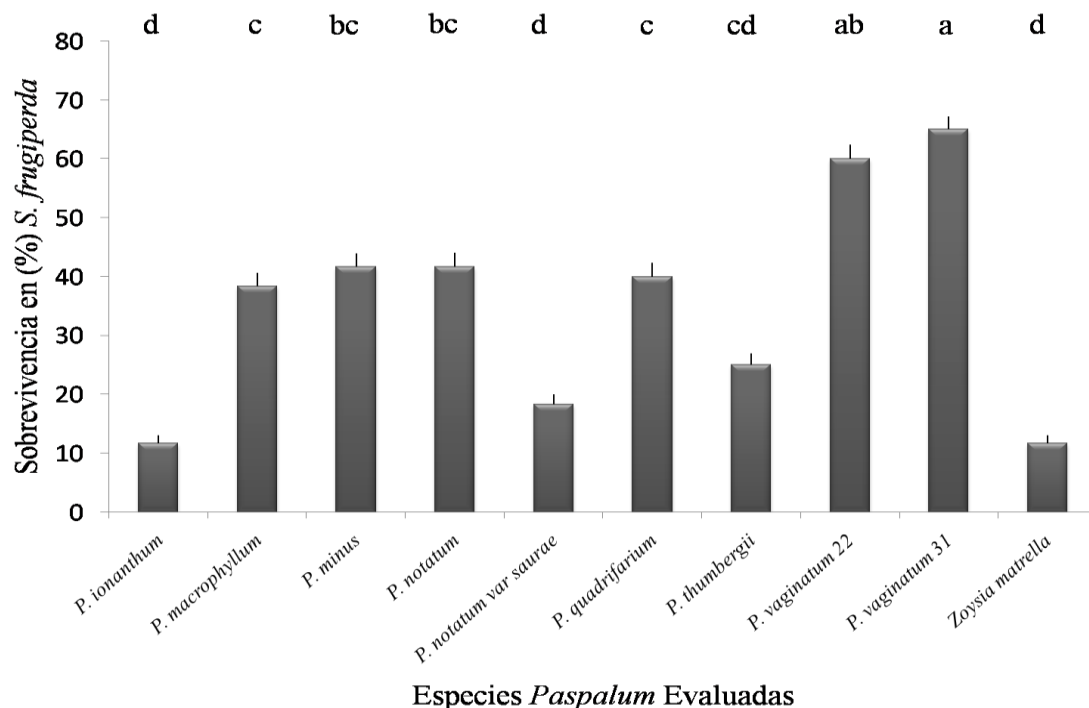


Figura 2. Efecto del potencial de antibiosis *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el porcentaje de sobrevivencia de *S. frugiperda* en condiciones de campo. Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=60$).

5.2 Peso de las larvas y pupas

Para la obtención de los resultados de la presente variable, se evaluó 14 días después de la eclosión de los huevos, el peso de las larvas por cada especie de césped (Cuadro 1); según el análisis de varianza se observa que entre los tratamientos evaluados *P. ionanthum* expresa un potencial de antibiosis similar al control, en los cuales no hubo larvas sobrevivientes a los 14 días y en las demás especies se encontró menor peso y diferencia estadística ($P \leq 0.006$), *P. notatum* *vr sauræ* se comportó de manera diferente con respecto a las demás especies de *Paspalum*. En el estudio realizado por Braman, *et al.* 2009 se encontró que los resultados muestran una tendencia diferente con respecto a este trabajo, ya que en *P. notatum* *vr sauræ* no sobrevivió a los 14 días después la eclosión de los huevos.

Cuando se tomaron los pesos de las pupas, los datos del análisis de varianza muestran que para esta variable no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.07$) evaluados, a excepción de (*P. ionanthum*) que mostró una capacidad de

antibiosis similar a la del control, ya que en este no se encontraron pupas. El peso de pupas fue reducido considerablemente en *P. quadrifarium*, *P. vaginatum* 22, *P. notatum* y *P. thunbergii* (Cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto de antibiosis de las nueve especies de *Paspalum* y *Zoysia matrella* sobre peso de larvas y pupas después de ser alimentadas con recortes de hojas.

No	Especies	Peso en miligramos (mg)	
		Peso de la larva (14 días de edad)	Peso de la pupa (Recién formada)
1	<i>Paspalum ionanthum</i>	0	0
2	<i>Paspalum macrophyllum</i>	176.8 ±34 abc	124.7 ±15.3 ab
3	<i>Paspalum minus</i>	165.6±52 abcd	127.5 ±15.3 ab
4	<i>Paspalum notatum</i>	124.7 ±62 cd	121.4 ±14.7 bc
5	<i>Paspalum notatum</i> vr <i>Saurae</i>	97.2 ±39 d	128.5 ±21.5 ab
6	<i>Paspalum quadrifarium</i>	188.0 ±65 ab	123.9 ±17.9 b
7	<i>Paspalum thunbergii</i>	105.6 ±38.8cd	109.0 ±14.4 c
8	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-525-22	218.3 ±76.6 a	123.5 ±22.8 b
9	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-539-31	220.7 ±89.1 a	138.5 ±13.3 a
10	<i>Zoysia. Matrella</i> ‘Cavalier’ Utilizado como control	0	0
	p(valor)	0.07	0.001

Medias con letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente según prueba de medias de LSD ($P \leq 0.05$).

En el estudio efectuado en el invernadero la obtención de esta variable también se realizó 14 días después de la eclosión de los huevos, los resultados respecto al peso de las larvas son significativamente diferentes estadísticamente entre cada tratamiento ($P \leq 0.0001$), *P. thunbergii* y *P. macrophyllum* fueron los tratamientos evaluados que menor peso de larvas reportaron y son significativamente diferentes al control (Cuadro 2).

En el trabajo realizado en el invernadero, según el análisis de varianza se encontró que no existe una diferencia significativa entre las especies de *Paspalum* evaluadas ($P \leq 0.99$), pero si se encontró diferencia significativa entre estas y el control ($P \leq 0.002$). *P. minus*, *P. quadrifarium*, *P. macrophyllum* y *P. thunbergii* fueron las especies que menor peso de pupas reportaron (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de antibiosis de las nueve especies de *Paspalum* y *Zoysia matrella* sobre peso de larvas y pupas alimentándose de plantas en las macetas.

No	Especies	Peso en miligramos (mg)	
		Peso de la larva (14 días de edad)	Peso de la Pupa (Recién formada)
1	<i>Paspalum ionanthum</i>	98.1 $\pm$ 42.4 cd	0
2	<i>Paspalum macrophyllum</i>	120.2 $\pm$ 56.9 c	120.0 $\pm$ 18.3 a
3	<i>Paspalum minus</i>	141.9 $\pm$ 60.4 bc	130.1 $\pm$ 21.2 a
4	<i>Paspalum notatum</i>	108.6 $\pm$ 64.4 cd	137.6 $\pm$ 24.5 a
5	<i>Paspalum notatum</i> vr. <i>Saurae</i>	107.9 $\pm$ 47.1 cd	134.7 $\pm$ 22.7 a
6	<i>Paspalum quadrifarium</i>	189.2 $\pm$ 78.1 ab	126.8 $\pm$ 34.0 a
7	<i>Paspalum thunbergii</i>	155.9 $\pm$ 62.8 c	105.2 $\pm$ 15.2 a
8	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-525-22	233.8 $\pm$ 96.4 a	146.6 $\pm$ 16.7 a
9	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-539-31	224.5 $\pm$ 91.9 a	194.9 $\pm$ 31.1 a
10	<i>Zoysia. Matrella</i> ‘Cavalier’ Utilizado como control	50.7 $\pm$ 018.5 d	0
	p(valor)	0.0001	0.0027

Medias con letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente según prueba de medias de LSD ($P \leq 0.05$).

5.3 Formación del estado pupal

Para determinar el potencial de antibiosis de los céspedes también se contabilizo el número de pupas que se formaron por cada tratamiento (Figura 3), donde se encontró

según el análisis de varianza que existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados ($P \leq 0.0001$) con respecto al control y *P. ionanthum* que se comportaron de igual manera, pero en las demás especies evaluadas no hubo diferencia estadística significativa ($P \leq 0.089$). *P. notatum* var *saurae* y *P. macrophyllum* reportaron el menor número de pupas formadas completamente, y el tratamiento donde se formó mayor número de pupas fue en *P. vaginatum* 22.

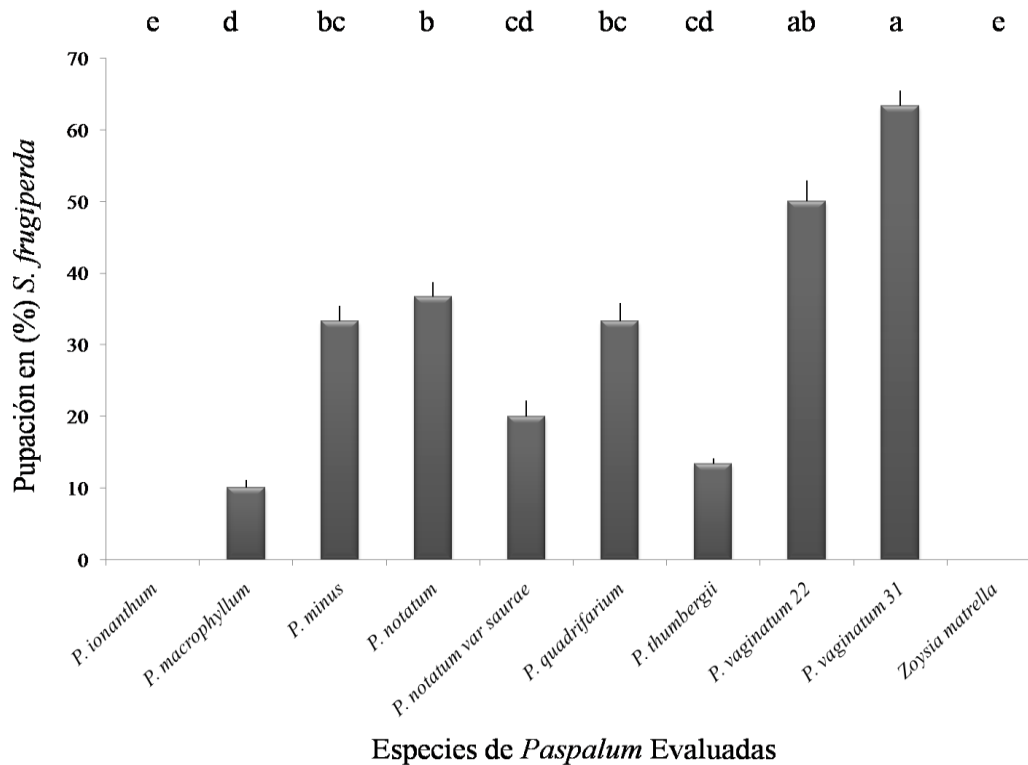
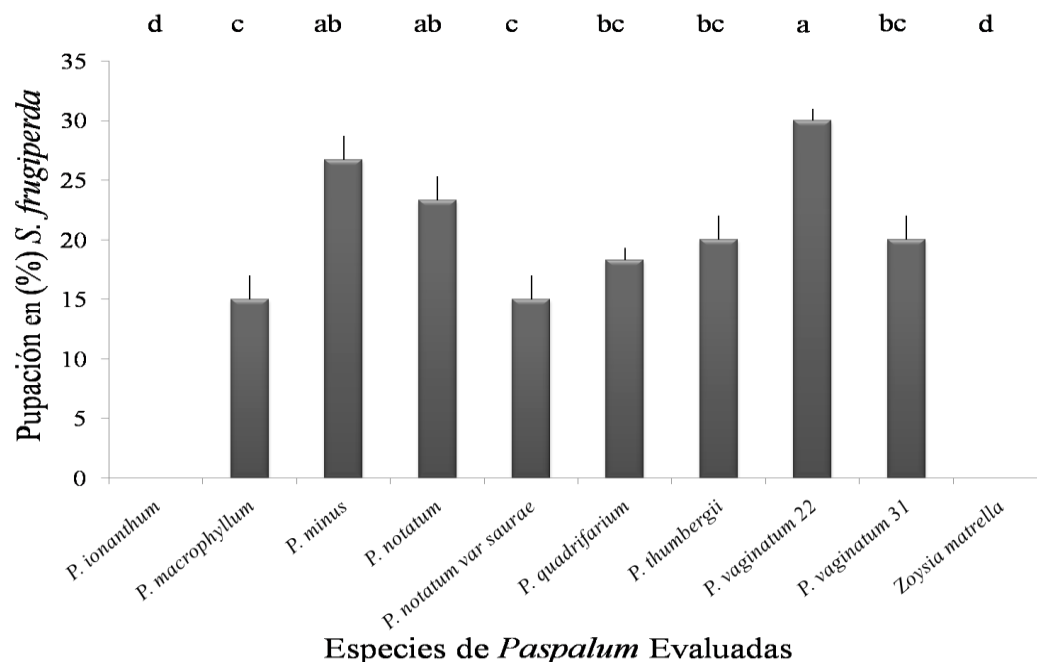


Figura 3. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el número de pupas formadas de *S. frugiperda* en laboratorio. Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=30$)

En el ensayo realizado en el invernadero se llevó a cabo de igual manera para la determinación de esta variable, en la cual se contabilizó el número de pupas formadas por tratamiento (Figura 4). En esta sección se encontró que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.99$) pero si se encontró diferencia estadística altamente significativa entre esas especies y el control ($P \leq 0.002$); cabe mencionar que *P. ionanthum* tuvo un comportamiento similar a el control. *P. thunbergii* y *P. macrophyllum* fueron los tratamientos donde se encontró el menor número de pupas y el que mayor número de pupas formadas reportó fue *P. vaginatum* 31.



Especies de *Paspalum* Evaluadas
Figura 4. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el número de pupas formadas de *S. frugiperda* en condiciones de campo. Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=60$)

El menor número de pupas formadas se observa en *P. macrophyllum* tanto en la cámara ambientalizada como en el invernadero y también se observa coincidencia en *P. vaginatum 31* en el cual se reportó mayor número de pupas formadas. Sería adecuado conocer las características químicas de cada especie de césped para determinar el porqué de la reducción en el número de pupas formadas.

5.4 Emergencia de adultos

Se estimó el porcentaje de emergencia de adultos relacionando el número de larvas y el número de adultos emergidos (Figura 5), en donde según los resultados del análisis de varianza se observa que entre los tratamientos evaluados no existe diferencia significativa ($P \leq 0.068$), uno de ellos (*P. ionanthum*) mostró un comportamiento similar al control (0% de emergencia de adultos) y diferente a las demás especies de *Paspalum* *P. quadrifarium*, *P. thunbergii*, y *P. notatum vr Saurae* presentaron menor porcentaje de emergencia de adultos de *S. frugiperda*, de estos tres tratamientos fue *P. notatum vr Saurae* el que menor número de adultos reportó. La emergencia de adultos en las

especies mencionadas anteriormente fue cero, ya que no se alcanzó a desarrollar el estado de pupa argumentó en su estudio Braman *et al.* 2009.

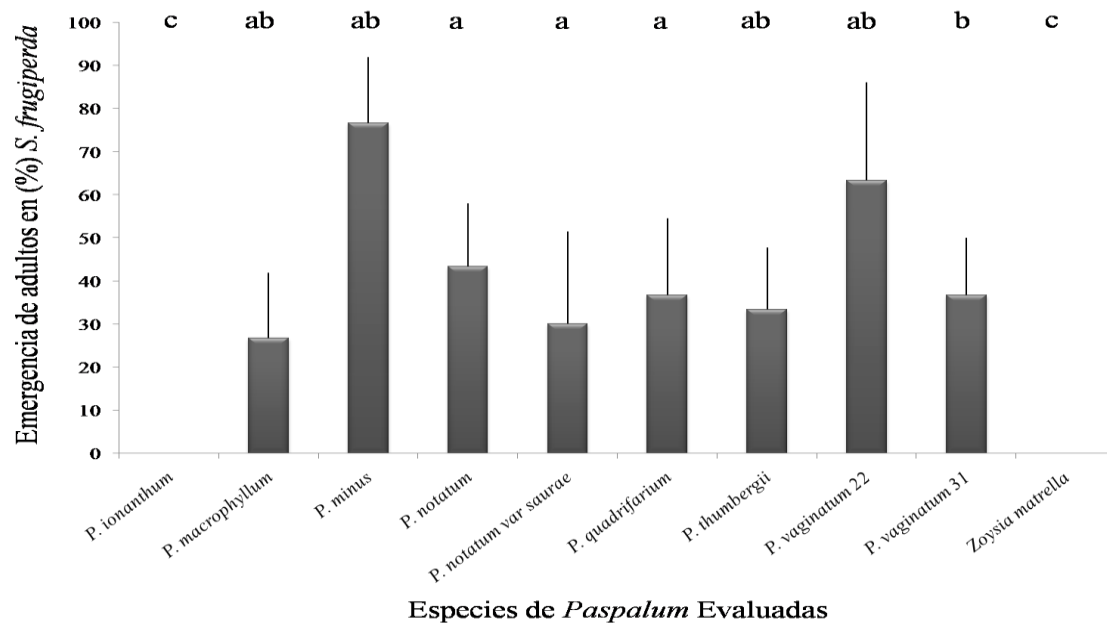


Figura 5. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el porcentaje de emergencia de adultos de *S. frugiperda* en laboratorio. Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=30$)

En el estudio realizado en el invernadero se determinó la emergencia de adultos por cada especie de césped evaluada (Figura 6) en donde según los resultados del análisis de varianza se observa que entre los tratamientos evaluados, uno de ellos (*P. ionanthum*) mostraron una reducción significativa ($P \leq 0.0001$) con respecto a las demás especies de *Paspalum*, sin embargo, demostró una capacidad de antibiosis con significancia igual que el control ($P \leq 0.0001$).

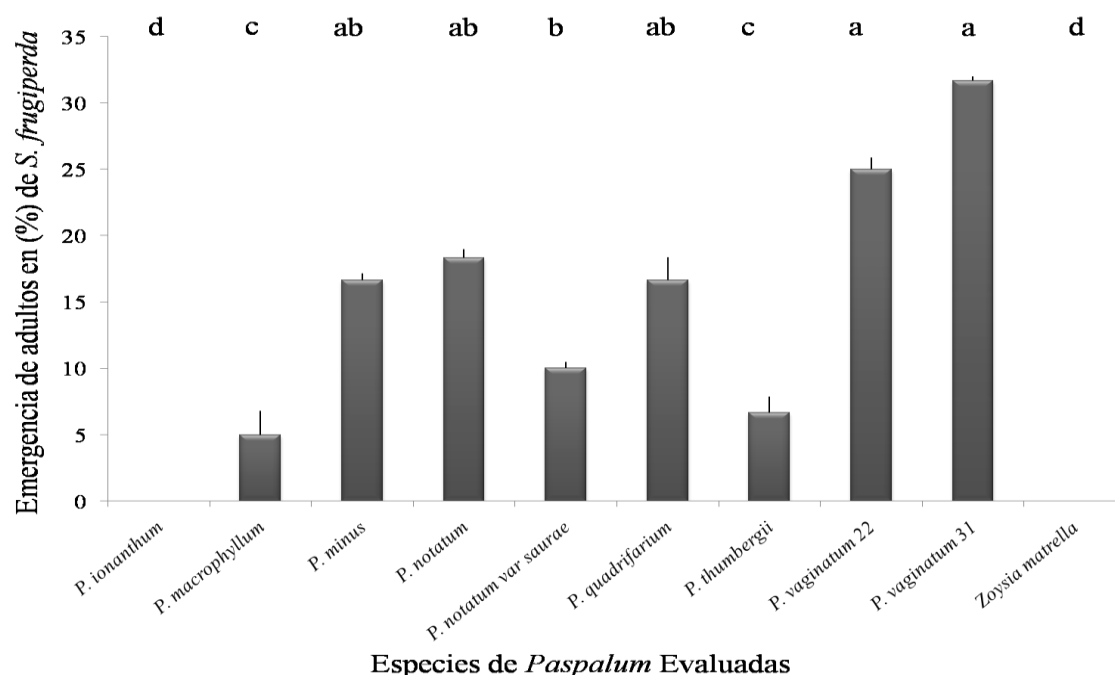


Figura 6. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el porcentaje de emergencia de adultos de *S. frugiperda* en condiciones de campo. Barras representan la desviación estándar de los datos. Columnas con letras diferentes, representan ser diferentes estadísticamente según prueba de medias LSD ($P \leq 0.05$, $N=60$)

Resultados obtenidos en la cámara ambientalizada y en el invernadero muestran una tendencia similar para la emergencia de adultos en *P. thunbergii* y *P. notatum vr sauriae*. Como antes se menciona, posiblemente las características químicas de estas especies son las que condicionan el desarrollo de la plaga, retardándolo o inhibiéndolo completamente como en el caso de *P. ionanthum* donde la plaga no se desarrolló en ningún estado de su ciclo biológico después de la eclosión de los huevos.

En el presente estudio no está clara la característica de la planta que provoca el efecto antibiótico, pero en un estudio realizado por Serratos *et al.* (1997) argumentan que algunas variedades de algodón que se conocen producen mayores concentraciones de un aldehído terpenoide (conocido como gossipol), donde estos químicos tienen importante actividad de antibiosis con una de las más seria plagas del algodón en Australia, el gusano del algodón (*Helicoverpa armígera*).

Se ha observado una gran variabilidad en las poblaciones de maíz en lo referente a la resistencia a las plagas de los granos almacenados. Cuando el contenido de ácidos

fenólicos en los granos es alto, está positivamente correlacionado con la resistencia a las plagas del almacenamiento. Esto está ligado a la dureza del grano el cual puede estar relacionado con la contribución mecánica de las tinturas fenólicas a la fortaleza de las paredes celulares. También se han detectado aminas de los ácidos fenólicos en la capa de aleurona del grano, que tienen efectos tóxicos sobre los insectos (Arnason *et al.* 1997).

Serratos *et al.* (1997) informaron acerca de las estimaciones de los parámetros genéticos asociados con la expresión de la concentración de ácido fenólico en el grano. Estos fueron altamente significativos e inversamente correlacionados con los parámetros estimados de susceptibilidad.

Williams *et al.* (1997) ensayaron en el campo maíz híbrido transgénico con proteínas insecticidas del *Bt* vr *Kurstaki* para resistencia a gusano cogollero. Los híbridos transgénicos mostraron significativamente menos daño de los insectos fitófagos que los híbridos convencionales usados como control.

Debido a que en algunas especies fue evidente la capacidad de antibiosis sobre *Spodoptera frugiperda*, es posible que en estas, como en el caso de *P. ionanthum* haya sustancias específicas que tengan un efecto adverso sobre las larvas, ya que estas no sobrevivieron cuando consumieron de las plantas de esta especie. En otras como *P. macrophyllum* y *P. thunbergii* la capacidad de antibiosis pudo manifestarse debido a que estas especies poseen tricomas largos, y estos le causaban dificultad para alimentarse a las larvas jóvenes.

VI. CONCLUSIONES

El efecto antibiótico sobre *S. frugiperda* a los 14 días fue mayor en el tratamiento que corresponde a *P. ionanthum*, ya que este no permitió que sobreviviera ninguna larva después de la eclosión de huevos.

En el laboratorio y en el invernadero la emergencia de adultos fue reducida en varias especies pero se encontró el mejor efecto de antibiosis de *P. macrophyllum* sobre *S. frugiperda*.

Los tratamientos que mayor reducción en el peso de las larvas presentaron fueron *P. thunbergii* y *P. notatum* *vr sauræ*, y en los tratamientos que menores pesos de pupas se reportaron fueron *P. notatum*, *P. quadrifarium* y *P. thunbergii* en ambos escenarios donde fue realizado el estudio.

En los tratamientos donde se encontró menor número de pupas formadas completamente fueron *P. macrophyllum*, *P. thunbergii* y *P. notatum* *vr sauræ*, estos coincidieron en condiciones de laboratorio y en el invernadero

Paspalum ionanthum, *P. macrophyllum*, *P. notatum* y *P. thunbergii* fueron los tratamientos que presentaron mayor potencial de antibiosis debido a que en ellos la sobrevivencia de larvas, peso de larvas y pupas, formación de pupas y emergencia de adultos fue reducido en comparación con los demás tratamientos.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios con las especies que presentaron alto potencial de antibiosis para conocer más sobre su comportamiento agronómico, reproducirlas y tenerlas disponibles en el mercado, ya que en el estado de Georgia la jardinería y mantenimiento de lugares paisajísticos es un negocio muy rentable.

Hacer uso de las especies con alta capacidad de antibiosis en el estado de Georgia, U.S.A., ya que *S. frugiperda* es una de las principales plagas que atacan céspedes con gran severidad en el verano.

Realizar trabajos de investigación similares al presente para poder identificar las características físicas, químicas o morfológicas de cada especie de césped para determinar cuál es el factor que causa el efecto adverso sobre la biología del insecto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, A. 2010. Gusano cortador de otoño *Spodoptera frugiperda*. Global Césped. Consultado el 8 de Mayo de 2011. Disponible en: http://globalcesped.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=101%3Aturfgrass&id=469%3Aun-breve-resumen-sobre-paspalum-vaginaturn&Itemid=1

Acuña, A; Shetlar, N. 2010. Manejo de insectos en campos de golf. Global césped. Consultado el 8 de mayo de 2011. disponible en: http://globalcesped.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=101%3Aturfgrass&id=469%3Aun-breve-resumen-sobre-paspalum-vaginaturn&Itemid=

Arnason, JT; Conilh de Beyssac, B; Philogene, BJR; Bergvinson, D; Serratos, JA; Mihm, JA. 1997. Mechanisms of resistance in maize to the maize weevil and the larger grain borer. In J.A. Mihm, ed. *Insect Resistant Maize: Recent Advances and Utilization*. Proc. Int. Symp. International Maize and Wheat Improvement Center, p. 91-95. Mexico, DF.

Aroson, LJ; Gold, AJ and Hull RJ. 1987. Cool-season turfgrass responses to drought stress. Crop Sci. 27:1261-1266.

Baker, JR 1982. Insects and other pests associated with turf: some important, common, and potential pests in the southeastern United States. North Carolina. Agr. Ext. Service. AG-268. 108 pp.

Bayer crop science. (s.f) manejo del insecto *Spodoptera frugiperda*. (En línea). Consultado el 8 de mayo del 2011. Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=431>

Beard, JB. 1989. Turfgrass water stress: drought resistance components, physiological mechanism, and species- genotype diversity. Pp. 23-28. In H. Takatoh (Ed.) Proc. 6th Int'l Turf. Res. Conf, Japanese soc. Turfgrass Sci., Tokyo, Japan.

Braman, SK. 2002. Predator occurrence and performance on pest-resistant and susceptible turfgrasses. Arthropod pest of turfgras. J. Econ. Entomol. 92(3) 347-354.

Braman, SK; Duncan, R; Engelke, M; Hanna, W; Hignith, K; Rush, D. 2002. Grass species and endophyte effects on survival and development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). J. economical entomology, 95(2) 487-492.

Braman, SK; Czarnota, M; Guillebeau, P. 2002. Pest Management for Georgia Homeowners. Third edition. Georgia Center for Urban Agriculture. 25 pp.

Cardona, C. 1996. Development of a tissue culture protocol and low temperature tolerance assessment of *Paspalum vaginatum* Sw. Ph.D. Dissertation. University of Georgia, Athens.

Cardona, C; Fory, P; Sotelo, G; Pabón, A; Dias, G; Milles, J. 2004. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (homóptera: cercopidae) I brachiaria spp. Implications for breeding for resistance. J. Econ. Entomol. 97: 635-445

Cardona, C; Duncan, R. 1997. Callus induction and high efficiency plant regeneration via somatic embryogenesis in *Paspalum*. Crop Sci. 37: 1207-1302.

Carrow, RN; Duncan R. 1998. Salt-Affected Turfgrass Sites: assessment and management. Ann Arbor Press, MI.

Carrow, RN; Shearman, RC; Watson, JR. 1990. Turfgrass. irrigation of agriculture crops. Nielsen (Eds.). Agron. Monogr. 30. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. Pp. 889-919

Crumb, SE. 1956. The larvae of the Phalaenidae. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 1135. 356 pp.

CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuario); PRONATA (Programa de Transferencia de Tecnología). 2003. Gusano cogollero del maíz. De la Cooperación Técnica CORPOICA - Universidad del Sinú. NegretE. 134 pp.

Hodges CN; Ronald, W. 1983. Check list of the Lepidoptera of America North of Mexico. E:W., Classey and Wedne Entomol. Research Found., London. 284 pp.

Howard, J. 1930. Mejoramiento genético en *Solanum lycopersicum* para la resistencia al pasador del fruto *Neoleucinodes elegantis* gueneé (Lepidoptera: Cambidae). Bogotá, Colombia. 136p.

Lakanmi, O; Okusanya, O. 1990. Estudios comparativos ecológicos de *Paspalum vaginatum* y *Paspalum orbiculare* en Nigeria. Diario de Ecología Tropical 6, 103-114 p.

Layton, B; Held, D. 2010. Control de insectos en céspedes comerciales (en línea). Publicación 2354. Universidad de Mississippi. Consultado el 10 de mayo del 2011. Disponible en: <http://msucares.com/espanol/pubs/p2354>.

Luciani, G; Yactayo-Chang, J; Altpeter, F; Zhang, H; Gallo, M; Meagher, R; Wofford, DS. 2006. Expresión de una endotoxina de *Bacillus thuringiensis* sintéticos para aumentar la resistencia a gusano cogollero en el pasto bahía. Simposio de Genética de la Florida, Gainesville, FL. 97-105 pp.

Luginbill, P. 1928. The Fall Armyworm. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. Meagher, G. Altpeter, M. Mislevy, F. 2006. Molecular improvement for insect resistance in turf and forage grasses. Florida, USA. 34.92 pp.

Minner, DD; Butler, JD. 1985. Drought tolerance of cool-season turfgrasses. -212- in F. Lemaire (Ed).Proc. 5th Int'l Turf. Res. Conf., Avignan, France. July 1985. Institute National de la Recherche agronomique, Grenelle, France. pp.129

Okamura, GT. 1959. Illustrated key to the lepidopterous larvae attacking lawns in California. California Dept. Agr. Bull. no 48: 15-21.

Oliver, AD. 1982. The Fall Armyworms as an annual pest. Amer. Lawn Appl., Nov/Dec.: 18-22.

Oliver, AD; Chapin, JB. 1981. Biology and illustrated key for the identification of twenty species of economically important noctuid pests. Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull. 733.26 pp.

Painter, RH.1941. The economic value and biologic significance of plant resistance to insect attack. J. Econ. Entomol. 34: 358-367.

Serratos, JA; Blanco, A; Arnason, JT; Mihm, JA.1997. Genetics of maize grain resistance to maize weevil. InJ. A. Mihm, ed. Insect Resistant Maize: Recent Advances and Utilization. Proc. Int. Symp., International Maize and Wheat Improvement Center,. Mexico, DF. p. 132-138

Sotolongo, MG; Vidal, AN. 1988. Metabolismo y excreción de los compuestos extraños en Elementos de Toxicología. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; p. 11,12.

Saunders, L; Cot, T; King, S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. 2ed. Manual Técnico. No 29 Turrialba, C.R. 350 p 35.

Shetlar, D. 2010 (s.f.) resumen *Paspalum notatum*. (En línea). Ohio State University. Consultado el 12 de mayo del 2011. Disponible en:

http://globalcesped.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=101%3Aturfgrass&id=469%3Aun-breve-resumen-sobre-paspalum-vaginatatum&Itemid=1

Valdivia, M. (1999). Insecticidas sintéticos tratadores de semilla de maíz con énfasis en el manejo de gallina ciega *Phyllophaga* spp. (en línea). Consultado el 15 de mayo de 2011. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/reconquista/info/documentos/agricultura/gusano_cogollero/art_gusano_cogollero.htm.

Wiseman, B; Duncan, R.1996.Evaluación de las muestras de la hoja de especies de *Paspalum*, a la resistencia a los antibióticos contra *Spodoptera frugiperda*(E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) larvas. Diario de Gestión de Césped 1(4):23-36.

Williams, W. 2010. Taxonomía y descripción de *Paspalum* seashore. (En línea) consultado el 7 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/q50r2046665t5v28/>

Williams, WP; Sagers, JB; Hanten, JA; Davis, FM; Buckley, PM.1997. Evaluation of transgenic corn for resistance to fall armyworm and southwestern corn borer. Crop Sci. 37: 957-962.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para sobrevivencia de larvas en condiciones de laboratorio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	162,7	14	11,62	7,53	<0,0001
Tratamiento	112	9	12,44	8,06	<0,0001
Error	69,48	45	1,54		
Total	344,19	68			

Anexo 2. Análisis de varianza para sobrevivencia de larvas en condiciones de campo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	426,53	14	30,46	20,92	<0,0001
Tratamiento	93	9	10,38	7,13	<0,0001
Error	152,93	105	1,45		
Total	672,92	128			

Anexo 3. Análisis de varianza para peso de larvas y pupas en condiciones de laboratorio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	0,28	12	0,02	2,36	<0,0097
Tratamiento	0	7	0,03	2,98	<0,0068
Error	1,1	108	0,01		
Total	1,59	127			

Anexo 4. Análisis de varianza para peso de larvas y pupas en condiciones campo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	0,51	12	0,04	8,28	<0,0001
Tratamiento	0	9	0,053	10,41	<0,0001
Error	0,75	147	0,005		
Total	1,74	168			

Anexo 5. Análisis de varianza para formación del estado pupal en condiciones de laboratorio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	1284,13	12	107,01	13,58	<0,0001
Tratamiento	1.183	7	168,96	21,45	<0,089
Error	803,63	102	7,87		
Total	3270,46	121			

Anexo 6. Análisis de laboratorio para la formación del estado pupal en condiciones de campo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	0,34	9	0,03	3,09	<0,002
Tratamiento	0	7	0,001	0,15	<0,99
Error	1,2	96	0,012		
Total	1,55	112			

Anexo 7. Análisis de varianza para emergencia de adultos en condiciones de laboratorio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	19,5	12	1,63	1,6	<0,1
Tratamiento	14,5	7	2	1,97	<0,068
Error	92,94	91	1,02		
Total	126,49	110			

Anexo 8. Análisis de varianza para emergencia de adultos en condiciones de campo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrado	Grados libertad	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	298	9	33,11	8,8	<0,0001
Tratamiento	293	7	41,89	11,13	<0,0001
Error	255,9	68	3,76		
Total	847,1	84			

Anexo 9. Efecto del potencial de antibiosis de *Paspalum* y *Zoysia matrella*, sobre el porcentaje de emergencia de adultos de *S. frugiperda* en laboratorio y en condiciones de campo

No	Especies	Emergencia de <i>S. frugiperda</i> (%)	
		Laboratorio	Invernadero
1	<i>Paspalum ionanthum</i>	0	0
2	<i>Paspalum macrophyllum</i>	88.9	60
3	<i>Paspalum minus</i>	100	58.8
4	<i>Paspalum notatum</i>	92.8	100
5	<i>Paspalum notatum</i> vr <i>Saurae</i>	100	66.7
6	<i>Paspalum quadrifarium</i>	100	76.9
7	<i>Paspalum thunbergii</i>	83.3	66.7
8	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-525-22	76	71.4
9	<i>Paspalum vaginatum</i> 03-539-31	91,7	79.1
10	<i>Zoysia. Matrella</i> ‘Cavalier’ Utilizado como control	0	0