

**EVALUACION DE ATRAYENTES EN LABORATORIO Y CAMPO PARA**  
***Scyphophorus acupunctatus* GYLL. (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) PLAGA DEL**  
**NARDO**

INFORME TECNICO FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACION.

Directora M. en C. Ma.Elena Valdés estrada.

El nardo *Polianthes tuberosa* L. (Liliales:Agavaceae) es una planta originaria de México, se le cultiva en Europa y América con fines ornamentales, se le utiliza para hacer arreglos florales y para extraer compuestos volátiles para la elaboración de perfumes (Conzatti, 1981; Watson y Dallwitz 1999). En el estado de Morelos, México, se cultivan aproximadamente 300 ha en las regiones centro y sur, dadas las características climáticas, ya que la flor es muy susceptible a las bajas temperaturas (Uribe, 2000). El picudo negro *S. acupunctatus* es una plaga severa del nardo *P. tuberosa* (Camino *et al.*, 2002). La larva de *Scyphophorus acupunctatus* se alimenta del bulbo causando grandes daños al cultivo, Camino *et al.* (2002) reportan al nardo como nuevo hospedero y los daños que causa en el cultivo. Solís *et al.*, (2001) mencionan que *S. acupunctatus* esta activo todo el año con poblaciones sobrepuestas, lo que coincide con lo reportado por Waring y Smith (1986) quienes señalan que es una especie multivoltina asociada a agaves silvestres y cultivados, cuyos adultos barrenan la base de la planta causando daños mecánicos y consumiendo los recursos almacenados de la planta y que puede tener relaciones simbióticas con microorganismos que descomponen los tejidos de la planta. En campo se ha observado que las larvas de *S. acupunctatus* se alimentan de bulbos de nardo *P. Tuberosa* hasta completar sus estadios larvales, pupan dentro de un capullo y emerge el adulto, la cópula se lleva a cabo en el interior de los bulbos donde forman una serie de galerías y la hembra pone sus huevos.

También ataca al maguey pulquero y al maguey henequénero (Mac Gregor y Gutiérrez, 1983; Morón y Terrón, 1988). En el estado de Jalisco causa daños del 10% al cultivo del “agave tequilero” (*Agave tequilana* Weber var. azul) (Valenzuela 1994; Solís *et al.*, 1999).

El picudo *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera:Curculionidae) tiene una distribución en América desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Brasil, fue primeramente reportado en Centroamérica donde se acepta como el origen de la especie. El primer reporte de su presencia fuera de Centroamérica fue en 1914 en Tanganyika;

posteriormente fue reportado en Java en 1916 también se detectó en Hawaii en 1927 (Lock, 1969). En México tiene una distribución en Tamaulipas, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala, Estado de México, Morelos, Yucatán, Guerrero, Sonora y en otros Estados donde se cultivan agaves, maguey pulquero y maguey henequenero (Mac Gregor y Gutiérrez, 1983). Fue reportado, en Morelos en 1961, en Puebla y Tlaxcala desde 1964, en Yucatán en 1977 y en el Estado de México en 1983 (Romero-Nápoles *et al.*, 1980). Este insecto es reportado como plaga del cultivo de *Agave tequilana* Weber (Valenzuela, 1994). En Norteamérica han sido encontrados sobre *Yucca elephantipes* introducidas de Veracruz, y en otras yucas y agaves en Florida (Pott, 1975; Morton y Dawling, 1992); en Arizona (Waring y Smith, 1986) lo reportó sobre *Agave americana* var. *expansa* cultivada y en *A. palmeri* silvestres donde indican que los microbios asociados al picudo negro pueden ser los causantes del marchitamiento y posterior muerte de la planta. En este proyecto se planteo la evaluación de trampas, atrayentes y la evaluación de dietas naturales y merídicas para la cría del insecto.

## **METODOLOGIA**

### **Ciclo biológico**

Se realizaron colectas en campo en cultivo de nardo de los diferentes estados de desarrollo del picudo *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) y llevados a laboratorio con el fin de iniciar la cría de este insecto. El seguimiento del ciclo biológico del picudo se realizó de la siguiente manera: Se colocaron 45 parejas del picudo para obtener los huevos, se trabajó con una cohorte de 50 huevos los cuales se revisaron diariamente registrándose eclosión, mortalidad, número y días de desarrollo de cada estadio larval, mortalidad, tiempo de desarrolló y mortalidad de las pupas y longevidad del adulto. Con los resultados obtenidos se elaboraron la tabla de vida y curva de sobrevivencia para la época de otoño.

### **Comportamiento reproductivo**

La conducta sexual en insectos se ha investigado principalmente en lepidópteros en donde se ha encontrado que existe una variación en el comportamiento reproductivo entre las diferentes superfamilias. Generalmente la conducta se inicia cuando la palomilla hembra extiende rítmicamente el ovipositor para exponer la glándula y liberar moléculas de feromona al ambiente

(acto conocido como "llamado") (Rojas L. J. 1992) que estimulan al macho para que inicie la búsqueda de la hembra e iniciar el cortejo, esta conducta es diferente para coleópteros particularmente Curculionidae ya que no presentan "llamado" y el cortejo es muy simple, la cópula es muy rápida comparada con especies de lepidópteros.

Los curculionidos han sido muy poco estudiados en este aspecto. En 1993 (Koppenhofer), hizo un estudio de oviposición de *Cosmopolites sordidus* un picudo del plátano pero no presenta estudios de conducta reproductiva, quizás el picudo mas estudiado en cuanto a sus feromonas y su conducta es el picudo del algodónero *Anthonomus grandis*, así como el picudo de la palma de coco *Rhynchophorus palmarum*.

El experimento se llevó a cabo del 5 al 30 de diciembre del 2001, de acuerdo a la metodología de muestreo focal, Bateson (1992) en periodos de luz y oscuridad de 12-12 horas, manteniendo un lote de 6 parejas en periodo invertido de oscuridad con el fin de hacer las observaciones de los 2 lotes durante el día.

Comportamiento reproductivo de los adultos del picudo *S. acupunctatus*, Gyllenhall, mediante colectas en el campo de larvas de los últimos estadios, se mantuvieron en frascos de plástico con trozos de nardo como alimento hasta que puparon, posteriormente. Se esperó alrededor de 15 días hasta la emergencia de los adultos, la cual ocurrió los primeros días de diciembre de 2001 finalmente se fueron seleccionando conforme emergían, hasta que se logró contar con 25 insectos emergidos en dos días ya que era necesario contar con hembras y machos, con los que se formaron 12 parejas, las cuales se dividieron en dos lotes para observar 6 parejas en foto fase (fase luminosa), y 6 parejas en escotofase (fase oscura) colocadas en una caja oscura con una tela negra para evitar la entrada de luz durante las observaciones las cuales se hicieron con la ayuda de un foco rojo de 70 wats.

Los patrones de conducta establecidos fueron: refugio (re), descanso (des), caminar (ca), comer (co), cópula (cop), cada pareja se colocó en recipientes de plástico con un pedazo de bulbo de nardo limpio y un pedazo de papel humedecido y se dejaron a condiciones ambientales, las parejas de insectos se revisaban cada hora de las 8:00 a las 19:00 horas durante 20 días, y la oviposición por 12 días más.

La oviposición se observó mediante la revisión manual del bulbo de nardo correspondiente, anotando cada día el número de huevecillos por hembra.

### **Evaluación de cebos naturales y tipos de trampas en campo.**

Se utilizó un terreno de 1.2 ha, con soca de nardo para la realización del experimento, el diseño experimental fue bloques al azar con 4 variables y 3 repeticiones, se evaluaron 2 diferentes tipos de trampas una denominada "VICTOR" de material plástico transparente con tapa color amarillo con 4 perforaciones, utilizada para captura de moscas y la otra denominada de "EMBUDO" de color amarilla que consiste en un recipiente de plástico de 5 L, con un embudo dentro de este. Se evaluaron 2 cebos naturales (piña madura y aguamiel) rotándose cada semana, esto se hizo con la finalidad de ver la eficiencia de cebos y trampas para la captura del picudo negro del nardo (*S. acupunctatus*). Las trampas se colocaron en la soca de nardo y se dejaron instaladas durante tres meses.

Se colocaron 18 trampas distribuidas en bloques al azar con una distancia entre trampas de 28x36 m, 9 trampas de las llamadas "Víctor", 3 cebadas con 300 g de piña cada una y 250 ml de agua y 3 con 500 ml de aguamiel y 3 control con agua; y 9 de las llamadas de embudo, 3 cebadas con 300g de piña cada una y 250 ml de agua y 3 con 1000 ml de aguamiel y 3 control con agua. El número total de adultos hembras y machos de *S. acupunctatus* colectados por trampa para cada semana se utilizó para el análisis estadístico.

Se tomaron muestras de los cebos cada tercer día con el fin de identificar los componentes de los cebos probados mediante GC/EM.

Se analizó cada uno de los picos del cromatograma de iones totales respectivo para cada muestra, y se procedió a realizar una búsqueda en biblioteca (Wiley270) de cada uno de los picos mediante el uso del Software del equipo, y de esta manera obtener el espectro de masas correspondiente para cada uno de ellos.

### **Atracción del picudo a compuestos atrayentes del aguamiel y la piña**

#### **Método olfatométrico.**

Para determinar la atracción olfativa del picudo negro del nardo a olores originados de compuestos atrayentes del aguamiel y la piña se utilizó un olfatómetro de acrílico redondo de 50 cm de diámetro con cuatro depósitos de 4x 4 x 4cm, cubierto en su base por un papel bond de color blanco y como cubierta se utilizó tela de organza, colocándose los insectos en el centro del olfatómetro. Se realizaron bioensayos con cada uno de los compuestos mencionados usando uno

a la vez y una mezcla de los 4, con grupos de 10 hembras y 10 machos por separado y un grupo mixto de 10 machos y 10 hembras, usándose un grupo diferente en cada repetición, se realizaron en horas luz y se usó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones (en tiempo) haciéndose 4 lecturas a intervalos de una hora. El compuesto (200 $\mu$ l) se colocó en tubos de centrifuga de propileno de 2 ml de capacidad con una perforación de 1 mm para la liberación de este. Los bioensayos se realizaron de 10:00 am a 16:00 h pm. La conducta evaluada al estímulo olfativo fue: a) recurso A (tratamientos), b) orientación al recurso B (agua, testigo c) sin elección y d) parejas copulando.

### **Fuentes de aromas.**

Se realizaron análisis por Headspace a los cebos (piña y aguamiel) colocados en trampas en campo a los 3, 5 y 7 días para obtener los compuestos de la fermentación y responsables de la atracción de los insectos. . La cromatografía se realizó bajo las siguientes condiciones de operación: columna capilar Stabilwax (crossbond, carbowax-PEG) de 30 m 0.25 mm de d.i., temperatura de inyector: 225 °C, temperatura de detector 250° y temperatura del horno: inicial 90°C, final 200°C. Volumen de inyección 2 $\mu$ . En los bioensayos se usaron como testigo agua destilada, los tratamientos fueron etanol, acetato de etilo, ácido acético y 1-butanol, además se usaron mezclas de: a) etanol, acetato de etilo, ácido acético mas 1-butanol, b) ácido acético mas acetato de etilo, c) 1-butanol mas etanol.

### **Desarrollo de una dieta artificial para la cría de *Scyphophorus acupunctatus***

Las dietas artificiales confieren una ventaja fundamental con respecto a la alimentación natural, y es la independencia de los recursos naturales, lo cual permite tener una cría continuada del insecto con la finalidad de ser utilizados para bioensayos en laboratorio para el estudio de su ecología, fisiología y comportamiento (Singh, 1983). El problema que se presenta cuando se trata de obtener una dieta para la cría adecuada de un insecto en el laboratorio es su contaminación por microorganismos; para combatirlos se usan agentes antimicrobianos, como el formaldehído, metil P-hidroxibenzoato, ácido ascórbico, ácido sórbico y algunos antibióticos como la penicilina, estreptomycin y euromicina (Singh, 1977).

## **Insectos**

De bulbos de nardo dañados en campo se colectaron larvas de diferentes estadios de *S. acupunctatus*, en laboratorio fueron separadas y colocadas individualmente en recipientes de plástico de 100ml con papel filtro húmedo y se depositaron en una cámara incubadora marca precision modelo 818 a  $27\pm 1$  °C de temperatura, humedad relativa de 60-70% y fotoperíodo de 12-12 L-O, hasta la emergencia de los adultos. De los adultos emergidos se formaron parejas las cuales fueron colocadas en recipientes de plástico de 5.8 x 2.7 cm, con perforaciones en la tapa para evitar la contaminación con hongos; se colocaron dentro de estas porciones de 20g de bulbo de nardo para la alimentación y oviposición. Este nardo fue reemplazado cada tercer día y disectado para la obtención de los huevos. Los huevos fueron depositados a cajas petri (15/60mm) con papel filtro humedecido y almacenados a  $27\pm 1$ °C, hasta la emergencia de las larvas.

## **Preparación de la dieta**

La composición de las cuatro dietas se muestra en la tabla 1, todas las dietas incluyen agar (Bioxon), vitaminas (centrum) y agua. El ácido ascórbico se utilizó debido a que es un factor de crecimiento necesario para un desarrollo adecuado de los insectos fitófagos (Chippendale y Beck, 1994), como fagoestimulante se utilizó sacarosa muy importante para algunas especies de curculionidos (Kays *et al.*, 1993) en tres de las dietas se utilizó como fagoestimulante parte de la planta hospedera por este motivo se agregó bulbo de nardo en la dieta para su contribución como estimulante de la alimentación y como factor promotor del crecimiento.

Tabla 1. Ingredientes usados para la preparación de dietas para cultivar *S. acupunctatus*

INGREDIENTES	DIETAS				
	Ji	Na	gramos Nb	Nc	Nat
Jícama	27.97				
Bulbo de Nardo		27.97	27.97	35	50
Azúcar	15.62	15.62	15.62	15.62	
Levadura de cerveza	6.25	6.25	6.25	6.25	
Salvado de trigo	19.86	19.86	19.86	19.86	
Vitamina (centrum)	1.45	1.45	1.45	1.45	
Acido Sórbico	0.30	0.30	0.35	0.35	
Acido Ascórbico	0.97	0.97	1.02	1.02	
Metilhidroxibenzoato	0.55	0.55	0.60	0.60	
Colesterol	0.50	0.50	0.50	0.50	
Sales de Wesson	1.0	1.0	1.0	1.0	
Agar	6.25	6.25	6.25	7.0	

Todas las dietas se prepararon con 56 ml de agua para licuar los ingredientes y 180ml para disolver el agar. Las dietas se prepararon moliendo en licuadora todos los ingredientes agregando al final el agar con agua.

### **Evaluación de dietas**

Preparadas las dietas se vaciaron a recipientes de plástico de 4x1.5 cm, una vez gelificada y fría se colocaron individualmente las larvas neonatas y fueron colocadas a temperatura ambiente de  $27 \pm 1^\circ \text{C}$  con fotoperíodo de 12:12 (L:O) y humedad relativa de 60-70%, revisando diariamente y cambiando la dieta a los 12 días como testigo se usó la dieta natural que consistió en trozos de 2

g de bulbo de nardo. Las variables de respuesta fueron peso de las larvas a los 12 y 24 días, peso de prepupas, pupas, fecundidad y fertilidad. El diseño experimental fue completamente al azar, se aplicó análisis de varianza y prueba de medias de Duncan's.

### **Estudio de fecundidad y fertilidad en dietas artificiales**

El estudio sobre la fecundidad y fertilidad de *S. acupunctatus* en dietas artificiales se realizó en el laboratorio de Entomología del Departamento de Interacciones Planta-insecto del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN ubicado en San Isidro Yauhtepec, Morelos, México. Las dietas evaluadas fueron con: jícama y diferentes proporciones de nardo (nardo A, nardo B con y nardo C que actúan como fagoestimulantes al ser parte de la planta hospedera en el caso del nardo, más los componentes reportados en las dietas descritas por Wiessling (1995) para *Rhynchophorus cruentatus* (azúcar, levadura, salvado, vitaminas centrum, ac. sórbico, ac. ascórbico, metilparaben, sales de Wesson, colesterol, agar y agua.

Los adultos obtenidos con estas dietas artificiales se separaron y formaron 8 parejas de 20 días de edad, se colocaron por separado en recipientes de plástico de 5.5 cm de diámetro y 3 cm de altura con bulbo de nardo de 15 g de peso húmedo para la oviposición y fueron colocadas a temperatura ambiente de  $27 \pm 2^\circ$  C con fotoperíodo de 11:13 (L:O). Los bulbos de nardo se revisaron y cambiaron cada tercer día por un periodo de 14 a 22 semanas (28 de junio a 16 de diciembre de 2006). Se separaban los huevos de los bulbos y se depositaban en cajas petri de 60X15 mm con papel filtro, húmedo y conservados a  $27 \pm 2^\circ$  C. Cada tercer día se revisaban las larvas neonatas. Se registró el número de huevos puestos por hembra por semana en las diferentes dietas artificiales, se determinó la suma total de huevos puestos por hembra y el porcentaje de larvas que eclosionaron por semana.

## **RESULTADOS**

### **Ciclo de vida *Scyphophorus acupunctatus* en condiciones de laboratorio.**

Descripción de los diferentes estados de desarrollo del picudo

**Huevecillos:** Recién ovipositados son de color blanco perla, tomándose amarillento a medida que se desarrolla el embrión. Tienen forma ovoide y miden de 1.2 a 1.5 mm de largo la incubación toma entre 4 y 5 días, dando origen a las larvas.

**Larva:** En esta etapa ocasiona grandes pérdidas ya que toda su etapa larval la pasa alimentándose en el interior del bulbo de nardo. Las larvas son de un color blanco cremoso y pasan por 7-8 estadios larvales con un desarrollo de aproximadamente 45 días. La larva en el último estadio larval forma un capullo (cocon), con fibras del bulbo de nardo o con tierra.

**Prepupa:** En esta fase se deja de alimentar (tiene aún forma de larva) está casi inmóvil y presenta movimientos oscilatorios sus últimos segmentos, en esta etapa pasa de 1 a 2 días.

**Pupa:** Es de color cremoso tomándose obscuras unas partes al ir madurando, en esta etapa se empiezan a formar las estructuras de adulto. Con una duración de 8-10 días.

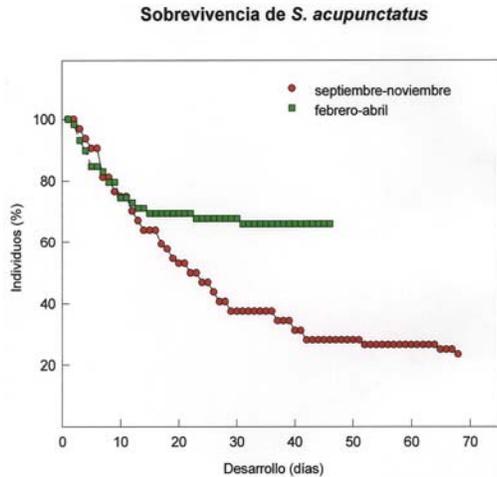
En la vista dorsal de la pupa del picudo se observan las alas en formación, en la vista ventral se observa la cabeza, el pico, los ojos y las antenas y en el tórax se observan las patas en proceso de formación.

**Adulto:** Los adultos de *Scyphophorus acupunctatus* son longevos, ya que viven 1 año y medio aproximadamente. La hembra y el macho no presentan dimorfismo sexual. La hembra pone aproximadamente de 3-4 huevecillos diarios toda su vida. Para ovipositar hace unas diminutas perforaciones con el pico en los bulbos del nardo donde deposita un huevecillo que es cubierto posteriormente con una secreción.

### **Tabla de vida**

A partir de cuantificar el número de organismos que sobrevivieron de un estado de desarrollo a otro de *Scyphohphorus acupunctatus* se elaboró la tabla de vida horizontal para la época de otoño, se obtuvo la curva de sobrevivencia respectiva (fig 1).

El análisis de los valores de la mortalidad  $qx$ , nos indican que la tasa de mortalidad más elevada empieza en la fase de huevo, luego le sigue larva II hasta VI, esto es para la tabla de vida de *S. acupunctatus* a partir de septiembre; lo que concuerda con los valores de  $Kx$  (que pueden ser bióticos o abióticos) o factores clave de mortalidad, que tienen la ventaja de ser más precisos y debido a su forma de cálculo, permite que se les compare con otras **tablas de vida**.



En lo que se refiere a la supervivencia, de *S. acupunctatus*, el valor  $\lambda$  o proporción de organismos sobrevivientes, indica que la curva resultante corresponde al tipo IV, según Rabinovich 1986, que es donde se concentra la mortalidad en las fases tempranas del desarrollo, mientras que los adultos tienden a morir menos.

El comportamiento reproductivo en picudos se puede dividir en 3 actividades principales: **cortejo, cópula y oviposición** y se observó una disminución de todas las actividades, principalmente de la actividad reproductiva debido probablemente a las bajas temperaturas (14.5°C en promedio) registradas los días del experimento.

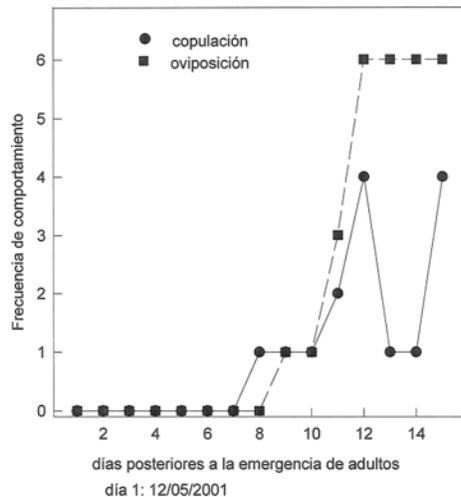
El cortejo que se observó en picudos es muy simple y se lleva a cabo rápidamente, alrededor de 2 minutos, la hembra puede estar caminando o inmóvil, el macho se acerca por delante o por detrás, se coloca sobre la hembra palpándola con sus antenas y patas.

Cópula, el macho permanece sobre la hembra hasta que detecta el noveno segmento que es donde se encuentran los genitales de la hembra la cual a veces permanece caminando o quieta en un lugar, el macho toca con sus patas el último segmento abdominal de la hembra ubicando sus genitales, se posa encima y se inclina hacia atrás en un ángulo de 45° hasta que introduce el edeago en el orificio genital de la hembra así permanece de uno a tres minutos después se retira de la hembra y en poco tiempo (2 min.) puede copular con otra hembra o con la misma o simplemente hace alguna otra actividad.

La oviposición se observó mediante la revisión manual del bulbo de nardo correspondiente, anotando cada día el número de huevecillos por hembra. Para ovipositar hace una diminuta perforación metiendo y sacando el pico en la superficie del bulbo de nardo después da un giro

colocando el ovipositor en este orificio donde deposita un huevecillo posteriormente la hembra cubre el orificio con una secreción serosa que se torna oscura.

#### .COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE *Scyphophorus Acupunctatus* GYLL.



#### **Evaluación de cebos naturales y tipos de trampas en campo.**

El número de insectos capturados en la trampa Víctor (“V”) con piña fue de 904 que representa el 31.2% de la captura total, le sigue la cebada con aguamiel con 822 insectos capturados (28.4%), la trampa de embudo (“E”) con piña capturó 596 picudos (20.6%) y la embudo con aguamiel 572 (19.8%). Las trampas con piña capturaron 487 hembras y 1013 machos; las de aguamiel capturaron 479 hembras y 915 machos. El número de picudos capturados por trampa/semana fue: trampa “V” (piña 30), (aguamiel 37); Trampa “E” (piña 20), (aguamiel 19). De las trampas evaluadas la Víctor dio resultados positivos para la captura de *S. Acupunctatus*.

**ANALISIS POR HEADSPACE REALIZADOS A DISTINTOS CEBOS UTILIZADOS  
PARA LA CAPTURA DEL PICUDO NEGRO DEL NARDO CON TRAMPAS VICTOR Y  
EMBUDO A LOS 3, 5 Y 7 DIAS.**

Aguamiel 3 días	Etanol (99.12%), acetaldehído (0.01%)
Piña 3 días	Etanol (98.93%), 1-butanol (0.48%)
Piña 3 días	Etanol (98.75%), acetaldehído
Aguamiel 3 días	Etanol (99.42%)
Piña 5 días	Etanol (99.3%)
Aguamiel 5 días	Etanol (99.26%)
Piña 5 días	Etanol (99.76%), mesa 2-3-butandiol diacetato
Aguamiel 5 días	Etanol (96.57%), etil acetato y ácido acético (2.52%)
Piña 7 días	Etanol (99.32%) acetaldehído
Aguamiel 7 días	Etanol (100%)
Piña 7 días	Etanol (98.67 %), ácido acético y acetato de etilo
Aguamiel 7 días	Etanol (98.96 %), ácido acético y acetato de etilo (0.36%)

**Atracción del picudo a compuestos atrayentes del aguamiel y la piña**

En estudios previos observamos que *Scyphophorus acupunctatus* prefiere los olores de fermentación de piña y aguamiel en trampas colocadas en campo además de olores de bulbo y agave en etapa de descomposición a los sanos; aunque también Estos resultados nos muestran que el método olfatómetrico que se utilizó nos permite ver la conducta de orientación de los insectos hacia las fuentes de olor. La actividad de los insectos hacia las muestras fue la siguiente: no se observó diferencia de atracción entre los tratamientos, ni por sexo, presentando movimientos con elección variable y parejas copulando.

Uno de los aspectos que se mostraron fue la persistencia en la copula en el caso de los grupos mixtos y de machos.



No se presentó una respuesta de *S. acupunctatus* a los aromas de los compuestos utilizados como etanol, acetato de etilo, ácido acético y 1-butanol.



Los insectos al ser colocados en el centro del olfatómetro se dispersan por toda el área esto se manifiesta como indeciso o sin decisión y cuando el insecto no presentó ningún movimiento por más de 2 minutos se consideró como inactivo, que no produjo respuesta durante el tiempo de lectura del experimento. En la tabla 1 se muestra la respuesta de atracción de adultos de *S. acupunctatus* a los diferentes compuestos, observándose que no hubo diferencia entre los compuestos fuente A y el testigo fuente B; ni entre los tratamientos: En estos bioensayos se

observó que no existió un efecto atrayente sobre los insectos separados en grupos de diferente sexo y grupos mixtos (hembras y machos) con los tratamientos. En el grupo mixto se observaron varias copulas (Fig. 2).

A diferencia de los resultados obtenidos por Aldana *et al.*, 2002 y Figueroa *et al.*, 2002 observaron que *Scyphophorus acupunctatus* prefiere los olores de fermentación de piña y aguamiel en trampas colocadas en campo y Valdés *et al.*, 2006 determinaron en un estudio olfatométrico que los aromas de bulbo y agave en etapa de descomposición son atrayentes para el insecto *Scyphophorus acupunctatus*.

Tabla 1. Respuesta de atracción de *S. acupunctatus* a compuestos identificados por GCIEM de piña y aguamiel.

Tratamientos Fuente A/Fuente B	Respuesta		
	Elige fuente A	Elige fuente B	No eligieron
Etanol/	2 m		8m
Acetato de etilo	2h	2h	6h
Acido acético	3m	1m	6m
	2h	1h	7h
1-butano	1m	0	9m
	1h	1h	8h
Etanol, acetato de etilo, acido acético, 1-butanol	3mh		17mh

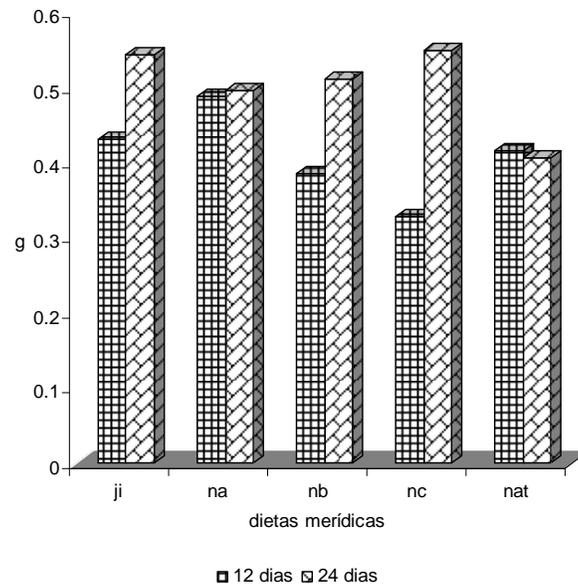
Fuente A corresponde a los compuestos y B al testigo (agua). m=macho  
h=hembra, mh=hembras y machos

### **Evaluación de dietas para *S. acupunctatus***

Las dietas evaluadas fueron aceptadas por las larvas neonatas de *S. acupunctatus*, lo que nos indica que los constituyentes fueron aceptables al igual que las características de textura, consistencia y contenido en agua. Los resultados indican que con las dietas a base de nardo las larvas presentaron un buen desarrollo en todos sus estadios, así como las prepupas y pupas.

En la gráfica 1 se observa que a los 12 días hubo una diferencia significativa entre los tratamientos de nardo C (Nc) y nardo A (Na), en el caso de nardo c el peso fue menor; a los 24

días no hubo diferencia significativa entre las dietas merídicas pero si con la dieta testigo que fue solo nardo ( $p=0.05$ ).



Grafica 1. Peso de larvas de *S acupunctatus* con dietas merídicas

En cuanto a la fertilidad se observó que el número de huevos colocados por hembra obtenidas de la dieta de jícama y nardo A fue de 1 a 7, en nardo B de 1 a 11, nardo C de 1 a 10 y nardo natural de 1 a 6 huevos.

El promedio de huevos puestos por hembra por semana fue de jícama 5, nardo B 7.8, nardo A 4.7, nardo C 4.1 y del natural 4.2.

Con la dieta de jícama solo durante la primera semana se obtuvo un promedio alto de oviposición descendiendo bruscamente en el resto del periodo, para nardo B se observa un patrón constante de oviposición reduciéndose en las últimas cuatro semanas. En las otras tres dietas no se encontraron diferencias entre el número de huevos puestos por hembra durante el periodo de oviposición.

Del total de huevos producidos por las hembras obtenidas de jícama, nardo A, B y C y dieta natural, eclosionaron respectivamente 72, 81, 82, 73 y 65 De las cinco dietas usadas incluyendo la natural (bulbos de nardo) para la cría en el laboratorio de *S. acupunctatus*, la dieta de nardo B resultó ser la mas adecuada de acuerdo a los resultados obtenidos, la fecundidad fue más alta que en las otras dietas no así para la fertilidad que fue semejante a la de nardo A.

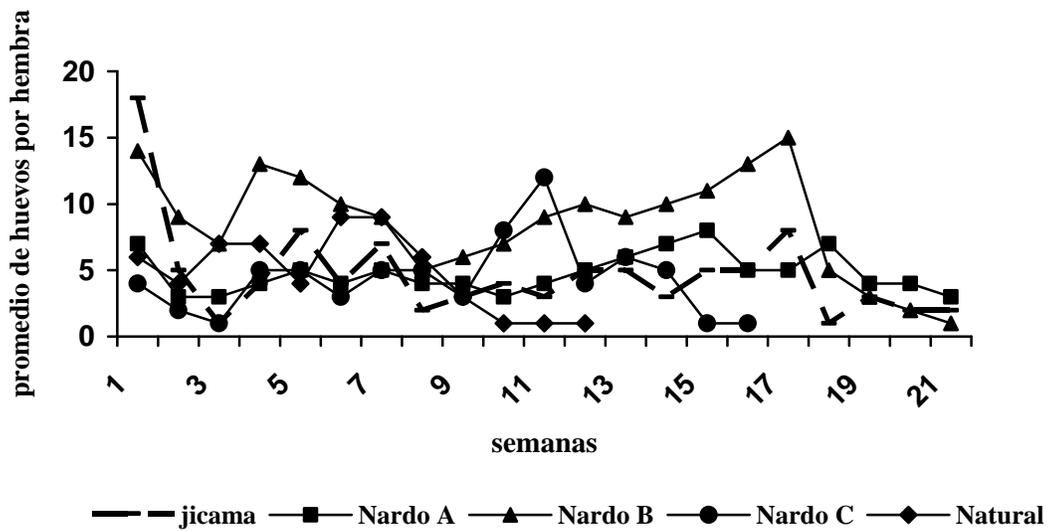
De acuerdo a los resultados obtenidos con la dieta de nardo B el porcentaje de huevos puestos por semana y la eclosión de estos siempre fue muy superior a los de la dieta testigo (natural), esto podría deberse al porcentaje de constituyentes utilizados que cumple los requerimientos nutricionales para el buen desarrollo y reproducción de *S. acupunctatus*. Además de que se mantiene libre de microorganismos.

De las dietas ensayadas para la cría de *S. acupunctatus* en el laboratorio la dieta B resultó ser la más adecuada de acuerdo a los resultados obtenidos, si bien en algunas de las variables no se encontraron diferencias significativas entre las dietas, en todas las dietas evaluadas no se presentaron problemas de contaminación por microorganismos, lo cual nos indica que agentes antimicrobianos fueron las dosis adecuadas.

### **Estudio de fecundidad y fertilidad en dietas artificiales**

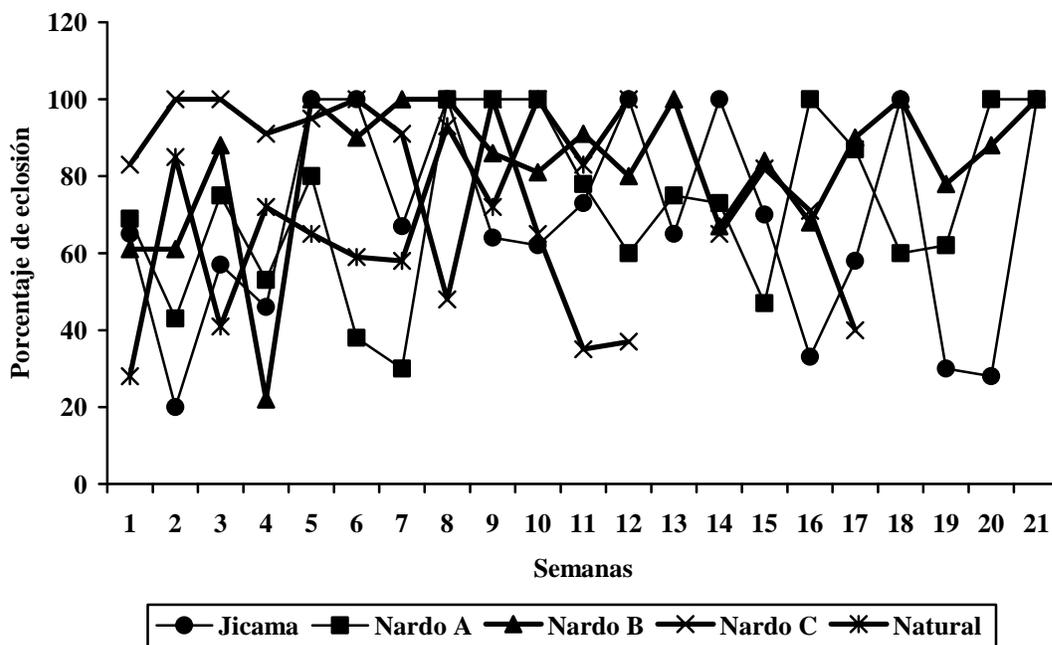
En la gráfica 1 se observa que con la dieta de jícama solo durante la primer semana se obtuvo un promedio alto de oviposición descendiendo bruscamente en el resto del periodo, para nardo B se observa un patrón constante de oviposición reduciéndose en las últimas cuatro semanas. En las otras tres dietas no se encontraron diferencias entre el número de huevos puestos por hembra durante el periodo de oviposición.

Figura 1. Promedio semanal de producción de huevos por hembra recién emergidas de *S. acupunctatus* alimentadas con dietas artificiales.



Del total de huevos producidos por las hembras obtenidas de jícama, nardo A, B y C y dieta natural, eclosionaron respectivamente 72, 81, 82, 73 y 65 %. En la gráfica 2 se muestra que el porcentaje de eclosión por semana se mantiene variable en todos los tratamientos y que presenta un alto índice de eclosión.

Figura 2. Porcentaje de eclosión de huevos puestos por hembras de *S. acupunctatus*, alimentadas con dietas artificiales.



De las cinco dietas usadas incluyendo la natural (bulbos de nardo) para la cría en el laboratorio de *S. acupunctatus*, la dieta de nardo B resultó ser la más adecuada de acuerdo a los resultados obtenidos, la fecundidad fue más alta que en las otras dietas no así para la fertilidad que fue semejante a la de nardo A.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la dieta de nardo B el porcentaje de huevos puestos por semana y la eclosión de estos siempre fue muy superior a los de la dieta testigo (natural), esto podría deberse al porcentaje de constituyentes utilizados que cumple los requerimientos nutricionales para el buen desarrollo y reproducción de *S. acupunctatus*. Además de que se mantiene libre de microorganismos.

**Impacto**

Se generó tecnologías para el control del insecto, misma que se difundió entre productores de nardo por medio de material didáctico y pláticas, se obtuvo la trampa y el atrayente natural para la captura del insecto y la dieta merídica para la cría en laboratorio, esto con la finalidad de continuar con estudios básicos para generar una estrategia de manejo de *S. acupunctatus*.

Se realizaron publicaciones científicas y técnicas, se participó en congresos nacionales e internacionales; servicios sociales y tesis.

## Literatura citada

- Aldana LL. L., Figueroa B. R., Valdés E. E. y Hernández R. M. C. 2002. Trampeo y captura de *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera:Curculionidae) usando dos cebos naturales en cultivo de nardo (*Polianthes tuberosa*) en el Estado de Morelos, México. Memorias IV Congreso Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal.
- Camino, L. M., Castrejón G. V., Figueroa B. R., Aldana L. L. Y Valdés E. M. E. 2002. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhall, (Coleoptera: Curculionidae) Attaking *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in Morelos, México. Florida Entomologist. 85 (2): 392-393
- Cerda H., Hernández J.V., Jaffé K., Martínez R. y Sánchez P. 1994 Estudio olfatómetrico de la atracción del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (L) a volátiles de tejidos vegetales. Agronomía Tropical. 44(32):203-215.
- Cerda H., Fernández G., López A. y Vargas J. 1996. Estudio de la atracción del gorgojo rayado *Metamasius hemiptenis* (Coleoptera:Curculionidae) olores de su planta huésped su feromona de agregación. Vol.14(2):53-70 Caña de Azúcar.
- Conzatti, C. 1981. Flora taxonómica Mexicana II. Cenet; Guadalajara, México. pp.87-88
- Koppenhofer, A. M. 1993. Observations of egg-laying behaviour of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar). Entomol. Exp. Appl. 68:187-192.
- Lock, G. W. 1969. Sisal. Thirthy years´sisal research in Tanzania. Second Edition. Tanganyika Sisal Growers´ Asociation. Longmans Green and Coltd. London. 365 pp.
- Mac Gregor, R. yO. Gutiérrez. 1993. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Ed. Alhambra Mexicana. pp. 166.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. Entomología practica. Instituto de Ecología. Jalapa, México. pp. 288-289.
- Morton, J. F. y Dawling, C. F. 1992 The spineless yucca deserves more attention as an ornamental and food plant. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 104: 341-345.
- Pott, J. N. 1975. A yucca borer *Scyphophorus acupunctatus* in Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 88: 414-416

- Romero-Nápoles, J. Anaya R. S, y Equihua, M. A. 1980. Catálogo de Insectos. Colegio de Posgraduados. Fitosanidad. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp: 253- 254.
- Singh,P. 1983. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. *Insect Sci. Application* 4:357-362.
- Solís, A., Gonzáles, H. H. y F. Flores, M. 1999. Insectos asociados con *Agave tequilana* var. Azul en cinco localidades de Jalisco, México. Memorias XXXIV Congreso Nacional de Entomología, Aguascalientes, Aguascalientes. pp. 455-457.
- Solís A. J. F., González H. H., Leyva V. J. L., Equihua M. A., Flores M. F. J., Martínez G. A. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia*. 35 (6): 663-670.
- Uribe L., R. 2000. Comunicación personal. Presidente de la unión de productores de nardo del estado de Morelos
- Valenzuela Zapata, A. G. 1994. El agave tequilero. Ed. Litteris. pp 121-137.
- Valdés E. Ma. E., Hernández R. M. C. 2005. Índice de fecundidad y fertilidad de *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera:Curculionidae) plaga del nardo (*Polianthes tuberosa*). *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 49:29-30
- Valdés E. ME. , Aldana LL. L.,y Hernández R. M. C. 2006. Atracción olfativa del picudo negro del nardo *Scyphophorus acupunctatus* a olores de su planta huésped. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*. Volume 50 San Juan de Puerto Rico.
- Watson, L., and M. J. Dallwitz. 1999. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. (On line) Available: <http://biodiversity.uno.edu/delta/>. (4 November 2000)
- Waring, G. L. y Smith, R. L. 1986. Natural history and ecology of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) and its associated microbes in cultivated and native agaves. *Annals of the Entomological Society of America*. 79: (2) pp: 334-340.

