REVISTA
Bioc Scientia
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Artículo de revisión

Infestación en *Agave angustifolia* Haw por *Scyphophorus acupunctatus* y métodos de control

Canseco-Santiago Daniel E.[1]♦, Enríquez-del-Valle José R.[1], Sánchez-García José A.[2], Rodríguez-Ortiz Gerardo[1], Rodríguez-Vásquez Marcos E.[1], Velasco-Velasco Vicente A.[1], Pérez-Félix Gloria P.[2].

[1]Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO). Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233.
[2]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN), Unidad Oaxaca, Oaxaca, México. C.P. 71230.

♦ Correspondencia: danny-casant@hotmail.com

Área Temática:
Ciencias de las Plantas

Recibido: 19 de junio, 2025
Aceptado: 08 de septiembre, 2025
Publicado: 12 de septiembre 2025

Cita: Canseco-Santiago DE, Enríquez-del-Valle JR, Sánchez-Garcia JA, Rodríguez-Ortiz G, Rodríguez-Vásquez ME, Velasco-Velasco VA y Pérez-Félix GP. 2025. Infestación en *Agave angustifolia* Haw por *Scyphophorus acupunctatus* y métodos de control. Bioc Scientia 2(1). https://doi.org/10.63622/RBS.2513

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Resumen: Se revisaron 43 artículos científicos sobre plagas que afectan plantaciones de Agaves, principalmente *A. angustifolia*, particularizando sobre la incidencia del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*), y los métodos que se han aplicado para su control. Las descripciones se complementan con fotos obtenidas por los autores. A nivel mundial se cuenta con 210 especies del género *Agave*; de las cuales el 75% (159) se encuentran en México y de éstas, 129 son endémicas. Diversas especies de agaves se usan como materia prima para elaborar bebidas artesanales de importancia económica y cultural. El abastecimiento de materia prima de agave a las industrias es a partir de plantaciones, aunque también se recolectan ejemplares silvestres y uno de los principales factores que padecen las plantaciones comerciales es por los daños causados por el insecto conocido como picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*), que causa pérdidas económicas. Diversos esfuerzos realizados para mermar la densidad poblacional de esta plaga incluyen el control químico mediante insecticidas pertenecientes al grupo de los organofosforados, que se usó desde 1950 y es el método más extendido. A partir de 1990, se reportó el uso de trampas con atrayentes con feromonas y cebos alimenticios, las cuales se han priorizado como una alternativa eficaz al manejo de esta plaga. Así mismo, desde los años 2000, se han implementado innovadoras técnicas con control biológico mediante el uso de hongos entomopatógenos de los géneros *Verticillium* spp. El trampeo con feromonas y el control biológico con hongos entomopatógenos, son los métodos más promisorios para el control y captura de picudos del agave.

Palabras clave: Control biológico, entomopatógenos, feromonas, picudo de agave

Abstract: 43 scientific articles were reviewed on pests that affect *Agave* plantations, primarily *A. angustifolia*, focusing on the incidence of the agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus*), and the methods that have been applied for its control. The descriptions are complemented by photos obtained by the authors. Worldwide, there are 210 species of the genus *Agave*; of which 75% (159) are found in Mexico and of these, 129 are endemic. Various species of *Agave* are used as raw material to produce artisanal beverages of economic and cultural importance. The supply of *Agave* raw material to industries comes from plantations, although wild specimens are also collected and one of the main factors affecting commercial plantations is the damage caused by the insect known as the agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus*), which causes economic losses. Various efforts made to reduce the population density of this pest include chemical control using insecticides belonging to the organophosphate group, which has been used since 1950 and is the most widespread method. Since 1990, the use of traps with pheromone attractants and food baits has been reported, which have been prioritized as an effective alternative for managing this pest. Likewise, since the 2000s, innovative techniques have been implemented using biological control through entomopathogenic fungi of the genera *Verticillium spp.* Pheromone trapping and biological control with entomopathogenic fungi are the most promising methods for the control and capture of agave weevils.

Keywords: Biological control, entomopathogens, pheromones, agave weevil.

INTRODUCCIÓN

Los magueyes son plantas que tienen importancia social, económica y ecológica, y que prosperan en diversos ecosistemas y altitudes (Vázquez-García et al., 2007). Existe gran diversidad en la familia Asparagaceae que incluye 211 especies, presentes en el continente americano y de las cuales 159 (75%) se ubican en México y 119 (57%) de éstas son endémicas (García-Mendoza, 2007).

El *Agave angustifolia* presenta la distribución geográfica más amplia dentro del género, ya que se encuentra desde Sonora y Tamaulipas en México hasta Costa Rica, siendo México su centro de origen (Gentry, 1982). Esta especie se desarrolla en tipos de vegetación y climas muy diversos como bosques de *Quercus-Pinus*, matorrales xerófilos y selvas bajas caducifolias, desde el nivel del mar, hasta los 2,500 m de altitud (García-Mendoza y Chiang, 2003). En esta amplia zona de distribución, la especie se ha sometido a procesos de domesticación y se han establecido plantaciones para la obtención de fibras duras y la materia prima para la elaboración de bebidas destiladas.

En la actualidad, los agaves se emplean en la elaboración de biopolímeros destinados a vivienda e industrias automotriz y aeronáutica, el *A. tequilana* en la industria tequilera, mientras que, *A. angustifolia*, *A. salmiana*, *A. cupreata*, *A. karwinskii*, *A. americana* var. *Oaxacensis*, *A. rodhacanta.* y *A. potatorum*, se usan para elaborar mezcal. Las fibras que se obtienen de las hojas son subproducto valioso para la elaboración de bioetanol (Escamilla-Treviño et al., 2012; Hulle et al., 2015; Pérez-Pimienta et al., 2017).

En el año 2023, la superficie destinada al cultivo de agaves mezcaleros fue de 11,736 ha, y se cosecharon 3,682 ha con una producción de 256,549 ton, cultivo en el que Oaxaca es el principal productor con una superficie de 8,101 ha (SIAP, 2023). Las principales zonas de producción agavera en el estado de Oaxaca son: los Valles Centrales de Oaxaca (Distritos de Tlacolula, Zimatlán, Ejutla, y Ocotlán) en alturas promedio de 1,600 msnm y en la Sierra Sur (Yautepec, Miahuatlán y Sola de Vega), con elevaciones que varían desde 800 a 1,800 msnm (Bravo et al., 2005) que en conjunto se les denomina la región del mezcal. Pero en la región mixteca también se recolectan agaves silvestres, se establecen plantaciones y existen palenques (destilerías) en que se elabora mezcal.

De acuerdo con el Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), en las entidades incluidas en la denominación de origen mezcal: Oaxaca, Guerrero, Puebla, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán y Tamaulipas en el año 2018 la producción de esta bebida fue de 5.09 millones de litros (alcohol 45%) (COMERCAM, 2022) y el volumen de mezcal exportado fue de 3.4 millones de litros, el 66.7% de la producción de ese año (COMERCAM, 2018),en que los principales destinos de exportación fueron EE. UU., España, Francia, Reino Unido y Países Bajos.

Las plantaciones de *A. angustifolia* var. espadín se establecen con plantas obtenidas mediante propagación asexual, hijuelos de rizoma, bulbilos de inflorescencia y plantas micropropagadas. Las plantaciones se establecen con densidades promedio de 2,500 plantas ha^{-1}. En el año 2023, en el estado de Oaxaca se cosecharon

3,681.96 ha (SIAP, 2023), por lo que para reponer las plantas que se cosecharon se debieron producir aproximadamente 9,204,900 de plantas.

Las principales plagas que causan daños al cultivo de agave son: gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), afecta la raíz de plantaciones jóvenes (Cuervo-Parra et al. 2019) (Figura 1F), picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) (Figura 1B), gusano rojo del maguey (*Hypopta agavis*) (Figura 1A), escarabajo toro o rinoceronte (*Strategus aloeus*) (Figura 1C), piojo harinoso (*Pseudococcus agavis*) (Figura 1D) y escama armada (*Acutaspis agavis*) (Figura 1E).

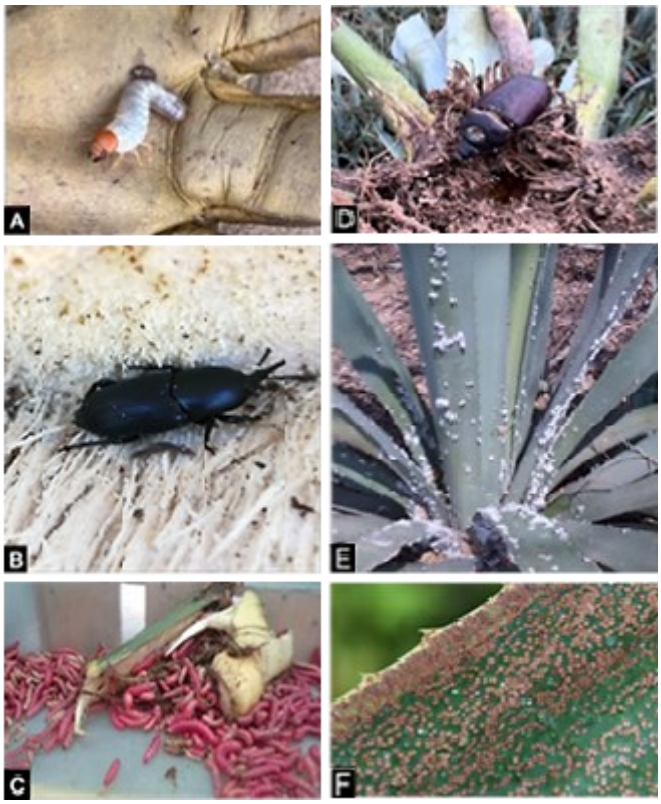

Figura 1. Principales insectos plaga del agave. A) Gusano rojo (*Hypopta agavis*), B) Estado adulto del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*), C) Escarabajo rinoceronte (*Strategus aloeus*) D) Piojo harinoso (*Pseudococcus agavis*), E) Escama armada (*Acutaspis agavis*) y F) Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)

Los mismos autores mencionan otras plagas importantes que se han registrado atacando agaves, que incluyen a varias especies de lepidópteros como los gusanos blancos del maguey (*Aegiale hesperiaris*) (Hesperiidae) (Figura 2A y B), (*Synpalamides* aff. *escalantei*) (Castniidae) (Figura 2C) y el barrenador de pencas (*Agathymus rethon*) (Hesperiidae), (Figura 2D); coleópteros como el escarabajo funerario del maguey (*Acanthoderes funeraria*) (Figura 2E) (Olivares-Orozco et al., 2017).

El picudo del agave se reportó por primera vez en el año 1838 por Leonard Gyllenhaal y en 1973 se determinó como la principal plaga en cultivos de agave en México (Woodruff y Pierce, 1973), ya desde el año 1956 se reportó su incidencia en cultivos de henequén (*Agave fourcroydes*) en Yucatán y agaves tequileros (*A.*

tequilana), en el territorio mexicano (Halffter, 1956). Se han realizado investigaciones sobre las diversas plagas y enfermedades que inciden en los agaves, pero mucha información está dispersa, e interesa realizar una revisión amplia que muestre los problemas fitosanitarios más frecuentes, los niveles de afectación a los cultivos tanto en vivero y campo; particularizando sobre la incidencia del insecto picudo del agave (*S. acupunctatus*) en cultivos de *A. angustifolia*.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue: Realizar una revisión exhaustiva de las investigaciones relacionadas sobre la incidencia del insecto picudo del agave (*S. acupunctatus*) en cultivos de *A. angustifolia* var. espadín y las diversas alternativas para su manejo, incluyendo el control biológico, uso de insecticidas químicos, uso de atrayentes con feromonas y control cultural.

Figura 2. Principales insectos plaga del agave. A) Estados larvales de gusano blanco en pencas de maguey espadín (*A. angustifolia* var. espadín); B) (*Aegiale hesperiaris*), C) *Synpalamides* aff. *escalantei*, D) *Agathymus rethon*. E) Estado adulto de escarabajo funerario (*Acanthoderes funeraria*).

METODOLOGÍA

Se revisaron 43 artículos científicos publicados desde el año 1838, a la fecha, que aportan información sobre *Scyphophorus acupunctatus*, la principal plaga de importancia económica que afecta al cultivo del *A. angustifolia* var. espadín. Para complementar la revisión, se realizaron visitas a viveros comerciales ubicados en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca, específicamente en los municipios de: Santa María Atzompa (localidad de *San José*) y Zimatlán de Álvarez (localidades de El Rancho El Bajío, El Carmen, Santa Inés y La Ciénega), con el propósito de obtener evidencias fotográficas de los daños más característicos que este insecto ocasiona.

DESARROLLO

Descripción morfológica y biología de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal

Scyphophorus acupunctatus conocido comúnmente como picudo del agave, pertenece al Reino Animalia, Phylum Arthropoda, Clase Insecta, Orden Coleoptera, Familia Dryophthoridae, Género *Scyphophorus*, Especie *S. acupunctatus* (Booth et al., 1990). Este insecto presenta un ciclo biológico que consta de cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 3). La duración del ciclo está muy relacionada con el tipo de hospedero, por ejemplo, en plantas de henequén, *A. fourcroydes* Lem., el ciclo de huevo a adulto se completa entre los 133 a 137 días (Ramírez, 1993; González et al., 2007; Aquino et al., 2010).). Look (1969), describió que los huevos son ovoides de color blanco-cremoso, de aproximadamente 0.5 mm de ancho por 1.5 mm de largo (Figura 3). La larva es apoda, con coloraciones blanco-amarillentas y cabeza grande de color café, en el margen posterior del 9º segmento con un par de proyecciones (más largos que anchos), cada una con tres setas largas (Figura 3). Las pupas son exaratas y llegan a medir 16 mm de largo (Figura 3) (Woodroff y Pierce, 1973).

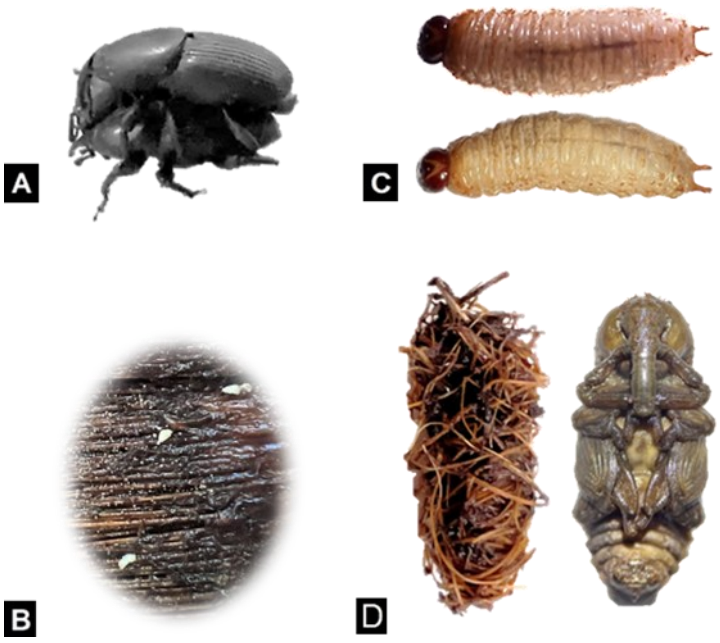

Figura 3. Estados de desarrollo de *S. acupunctatus* en donde se observa. A) ejemplares hembra y macho en estado adulto copulando, B) huevos incubados de 3 a 8 días, que estaban dentro de tejido necrosado de agave espadín, C) individuos con vista superficial y lateral en su último estadio larval con duración aproximada de 78 días en laboratorio y aproximadamente 108 días en vida silvestre, D) cocón que en su interior contiene una pupa durante 10 días en promedio.

Las hembras de *S. acupunctatus* comúnmente ovipositan en los tejidos internos de la base de las hojas del cogollo, a una altura media de éstas o dentro de las cabezas (tallo de la roseta del agave) barrenadas, en donde siguen viviendo los adultos, ya que la pupación ocurre dentro de las cabezas o mezontle (parte central

del tallo) y construyen el cocón con fibra de la cabeza del agave (González-Hernández et al., 2007).

Cada hembra oviposita de 25 a 50 huevos durante su vida (Lock, 1969; Solís-Aguilar et al., 2001). Las larvas al eclosionar se alimentan de los tejidos de la planta causando daños físicos al barrenar túneles, y cavidades (Figura 4). El insecto ataca plantas de cualquier edad, y en las de más de cuatro años favorece la entrada de otros insectos o agentes fitopatógenos, que causan daños a la integridad y función de tejidos y órganos, la muerte de la planta; en cambio, en hijuelos el ataque de las larvas no está asociado con enfermedades (González-Hernández et al., 2007). Solís-Aguilar et al., (2001) encontraron una fuerte asociación entre el desarrollo de pudrición bacteriana de cogollo con la incidencia del picudo del agave tequilero, de tal forma que, en plantas con mayor avance de la enfermedad, la densidad de picudos de cualquier estado de desarrollo era el más alto.

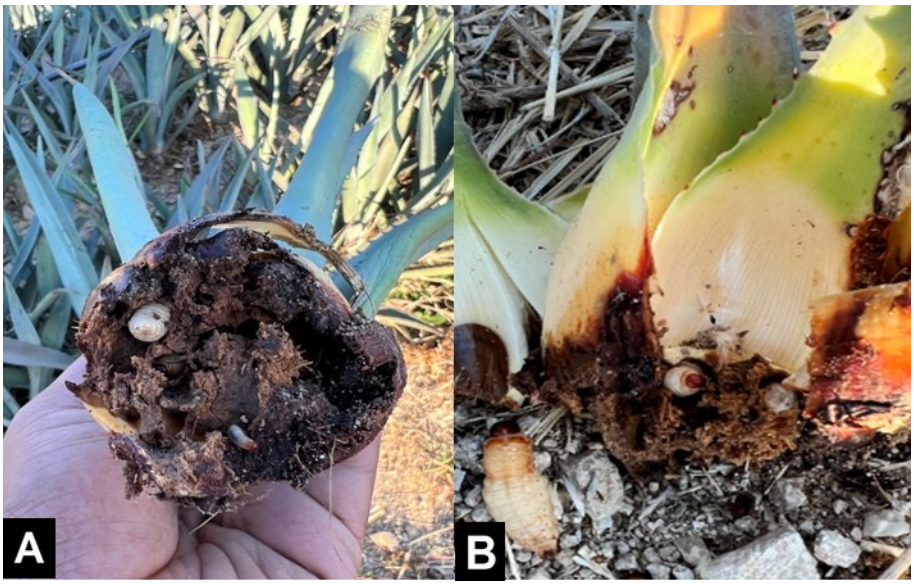

Figura 4. Vista inferior del tallo de una planta de *A. angustifolia* var. espadín de 8 meses de edad en que se observan lesiones (con pérdida de integridad, necrosis y pudrición de tejidos) causadas por larvas de *S. acupunctatus*. A) vista inferior del tallo; B) daños en la base de las hojas.

La incubación de los huevos transcurre durante 3 a 5 días (Siller, 1985) y las larvas que pasan por 11 estadios larvales requieren de 108 días. De acuerdo con Siller (1985), en agave pulquero la larva pasa por tres estadios y requiere de 58 días para completar su desarrollo (Figura 6). Look (1969) menciona que en sisal, *Agave sisalana*, las larvas del picudo pasan por cinco estadios y para su desarrollo requieren de 21 a 58 días (Lock, 1969).

En crianza en laboratorio sobre tejido de tallo de *A. tequilana* Weber o *A. angustifolia* Haw, el ciclo del picudo del agave es de cinco días para huevo, 78 días para larva (Figura 5), seis para prepupa, 11 días para pupa y el adulto requiere de cinco días para salir del cocón, con un total de 105 días de huevo a adulto (Beltrán García, 2005). En Oaxaca, dada la diversidad de ambientes que existe, se estimó

que para algunos lugares como localidades representativas y con condiciones ambientales diferentes, el número de generaciones de *S. acupunctatus* en un año varía de 1,4 a 2,6, en dependencia de las condiciones ambientales en que se desarrolle el cultivo y la plaga (Bravo, 2003).

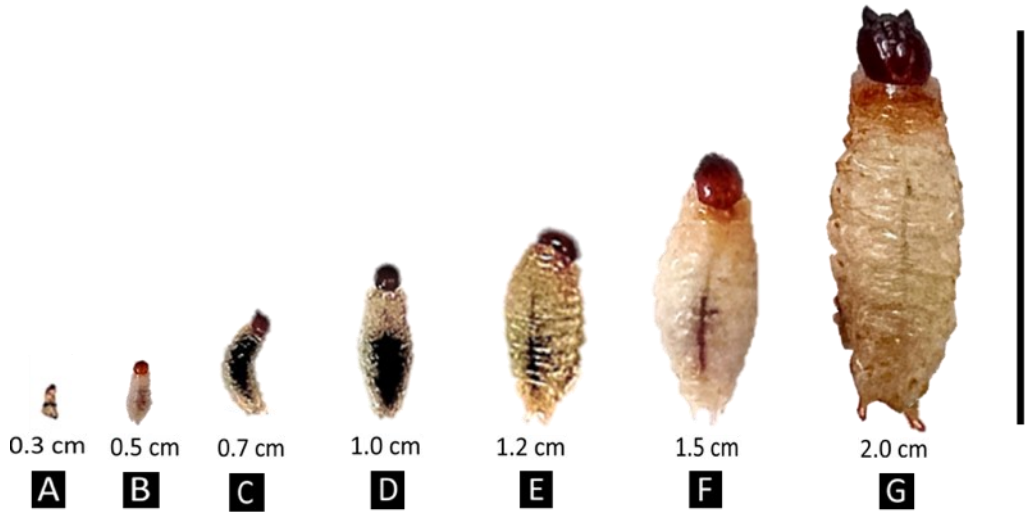

Figura 5. Vista superficial con simetría bilateral de larvas de *Scyphophorus acupunctatus*: que pasaron por siete estadios de desarrollo durante su crianza dentro de tejido de tallo de *A. angustifolia* var. espadín en laboratorio; A) L1, B) L2, C) L3, D) L4, F) L5 y G) L6 en donde se observa su aparato bucal masticador con mandíbulas cónicas.

Los ejemplares en su etapa adulta de picudo, *S. acupunctatus* Gyllenhal llegan a medir de 10 hasta 19 mm, el cuerpo es de color negro brillante (Figura 6); el funículo de la antena estructurado tieneos se pueden identificar sexualmente al observar el último segmento del abdomen donde las hembras tienen una terminación aguda, mientras que en los machos tienen una terminación en forma de media luna es romo y amplio (Figura 7) (Ramírez, 1993).

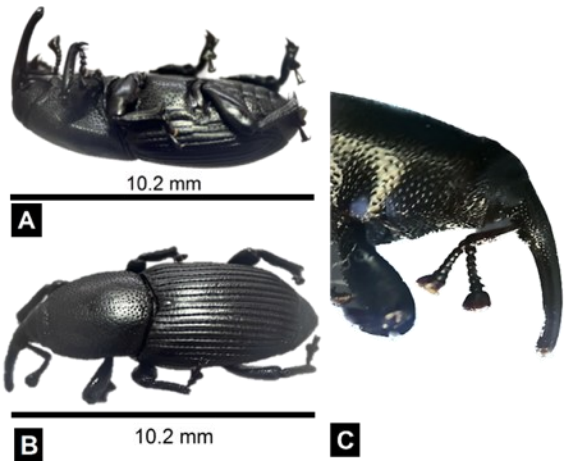

Figura 6. *Scyphophorus acupunctatus.* A) vista lateral del individuo de 10.2 mm de longitud con cavidad torácica hacia arriba; B) vista dorsal, mostrando los élitros glabros; C) aparato bucal y cabeza, apreciándose los funículos de las antenas.

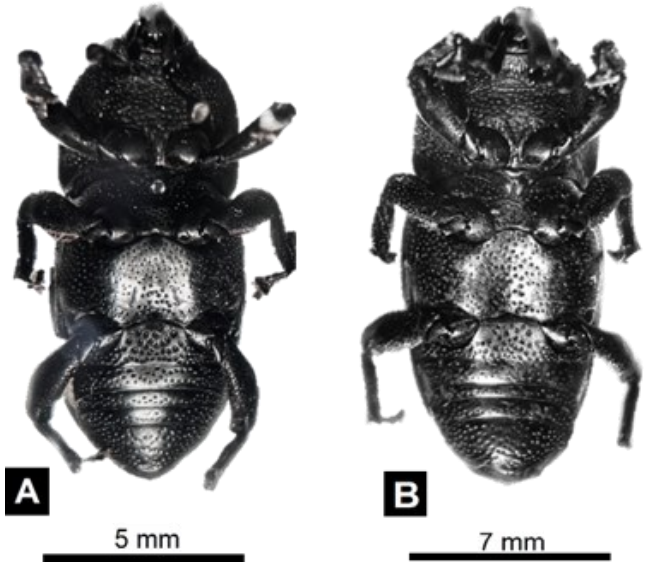

Figura 7. Vista ventral de *Scyphophorus acupunctatus* con marcado dimorfismo sexual. A) hembra con el último segmento abdominal puntiagudo y angosto. B) macho con último segmento abdominal romo y amplio.

Los adultos son de hábitos crepusculares, aunque pueden mantenerse dentro de la cabeza (tallo de la roseta) del agave para copular, y al salir de la planta ambos sexos pueden caminar o volar en búsqueda de otras plantas (González-Hernández et al., 2007). Clemente (2016) menciona que las alas del insecto no son funcionales, limitando su desplazamiento solamente por vía terrestre, a una distancia diaria de 60 m/día.

Hospedantes y Alimentación

Scyphophorus acupunctatus, se alimenta de plantas pertenecientes a las familias Asparagaceae y Dracaenaceae. La mayoría de las plantas hospedantes del picudo del agave tienen una importancia ecológica y ornamental, pues varios autores mencionan otras especies vegetales hospedantes como: la palma del desierto; *Yucca aloifolia*, *Y. elephantipes*, *Y.* glauca y *Y. recurvifolia*, *Dasylirion, Dracaena*, *Fucraea tuberosa* y *Polianthes tuberosa* (nardo), además de los agaves (Romo y Morrone, 2012; Hernández et al., 2006). Patas de elefante *Beaucarnea* Lem., las sansevieras (*Dracaena draco*), así como diversas especies de la familia Cactaceae (Ruiz-Montiel et al., 2009; Maya et al., 2011; Guerrero et al., 2021).

Se tienen reportes de *S. acupunctatus* en *Agave fourcroydes*, *A. atrovirens*, *A. salmiana* (magueyes pulqueros), *A. tequilana*, *A. angustifolia* (maguey espadín), *A. cupreata* (maguey papalote), *Agave potatorum* (maguey tobalá), *A. sisalana* (sisal), *A. americana*, *A. attenuata, A. cubensis*, *A. ferdinandiregis*, *A. lechuguilla*, *A. mexicana* y en *A. shawii* (Romo y Morrone, 2012; Hernández et al., 2006).

En México, *S. acupunctatus* afecta el cultivo del agave tequilero y se ha reportado que este insecto puede causar pérdidas de 24.5% en materia prima (Solis-Aguilar et al., 2001). Las larvas dañan directamente a la planta al barrenar la piña, mientras que, los adultos, además de alimentarse de los tejidos del agave, en sus

cuerpos transportan esporas de hongos como *Fusarium oxysporum* y bacterias fitopatógenas como *Pectobacterium carotovorum*, que quedan inoculados en los tejidos dañados (Waring y Smith 1986, Solís Aguilar 2001), provocando perdidas a grandes porciones de los órganos que se usarían como materia prima o la pérdida total de la planta (Rodríguez, 1999).

Importancia económica y tipos de daño

El insecto adulto realiza túneles en los tejidos internos de hojas y tallo, en donde se aloja y reproduce, por lo que en una planta se pueden encontrar numerosos insectos en las diversas etapas del ciclo de vida, desde huevo hasta adulto (Figura 8). Las larvas al alimentarse de los tejidos internos barrenan túneles y cavidades en las piñas del agave, materia prima para el destilado de alcohol (Aquino Bolaños et al., 2007). Los daños que el insecto e infestación causa en agaves de edad media y adulta provocan pérdidas económicas importantes.

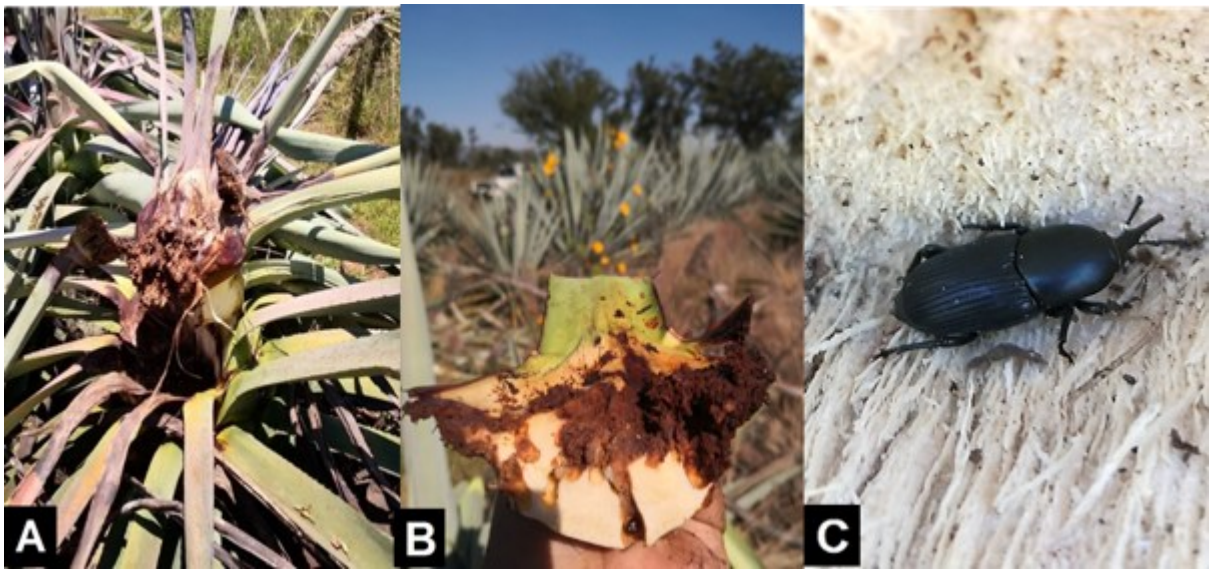

Figura 8. Daños causados por infestación de larvas y adulto del picudo del agave *S.acupunctatus* en plantas adultas de *A. angustifolia* Haw. A) Muerte de *A. angustifolia* de siete años de edad por pudrición seca (*Fusarium oxysporum*) ocasionada por picudo. B) Penca de agave con tejidos necrosados y lesiones realizadas por larva de picudo. C) Ejemplar adulto de picudo macho dentro del agave.

Los tallos (Piñas) maduros de *A. angustifolia* Haw cosechadas y jimadas, miden en promedio 1.20 metros de altura y llegan a pesar 70 kg, con variaciones desde 40 a más de 120 kg, respectivamente (Cruz-García et al., 2013). El daño inicial de *S. acupunctatus*, en las plantas de agave, se observa por la presencia de secreciones gomosas, con un exudado marrón oscuro, viscoso y pegajoso, que surge de pequeñas perforaciones en las hojas, realizadas por el insecto al penetrar en la planta. Las secreciones tienen un olor muy característico (DGSV-CNRF, 2017). En cultivos de agave tequilero (*Agave tequilana*) en Jalisco, y agave mezcalero (*A. angustifolia* var. espadín) de Oaxaca se han registrado daños importantes por *S. acupunctatus* en la materia prima–cabezas o piñas que llega a las fábricas procesadoras, ya que las larvas barrenan esta parte de la planta, pudiendo inclusive consumir el 25% del

volumen de los tallos (piñas) de agave tequilero (Solís-Aguilar et al., 2001), mientras que, en agave espadín mezcalero (Figura 9), las pérdidas se han cuantificado en 10.3% (Aquino-Bolaños et al., 2007) y hasta el 90 o 100% del tejido vegetal, aunado a que estos daños se pueden asociar con hongos o bacterias fitopatógenas que pueden acelerar el debilitamiento progresivo y la muerte de toda la planta (Aquino-Bolaños et al., 2020). La incidencia del picudo en los agaves cultivados es durante todo el año, y en una planta es posible encontrar numerosos individuos de diversas etapas de desarrollo (Figueroa-Castro et al., 2013). En agaves silvestres, como *A. palmeri*, el picudo generalmente ataca la planta desde etapas tempranas del desarrollo del escapo floral o quiote, casi al final de su ciclo de vida; mientras que, en agaves cultivados como el *A, americana* var. expansa las plantas pueden ser atacadas en cualquier etapa fenológica de desarrollo. En ambos casos, los daños en los tejidos causados por las larvas de *S. acupunctatus* están asociados con los daños físicos y pérdida de integridad y función de los tejidos, en los que también ocurren pudriciones causadas por un complejo de microorganismos asociados (hongos y bacterias) (Waring y Smith, 1986). Mientras que, en agave tequilero, puede atacar desde el estado de hijuelos hasta plantas maduras casi para jimar (Figueroa-Castro et al., 2013).

Figura 9. Ejemplares de maguey espadín (*Agave angustifolia* var. espadín) de seis años. A) Planta adulta en donde se aprecia de excelente tamaño (1.7 m de altura de la roseta), porte y completamente sana; B) Piña rasurada o jimada sin lesiones por picudo; C) Proceso en el que la piña sana es levantada por cuatro hombres para colocarla en una báscula y pesarla, la cual pesó 245 kg; D) *A. angustifolia* con clorosis y pigmentos de color rosado en pencas y piña, signos claros de la presencia de *S. acupunctatus* y la bacteria *Pectobacterium carotovorum*; E) Piña con síntomas visibles de picudo y *Fusarium oxysporum* en distintas zonas de tejido vegetal; F) Piña de *A. angustifolia* var. espadín, con un diámetro de 2.24 m, una altura de 1.08 m y un peso de 276 kg; fue la ganadora del concurso "La Mejor Piña Mezcalera 2025", celebrado en la población de Nejapa de Madero, Yautepec, Oaxaca.

Formas de control

Químico

Las estrategias de manejo del picudo del agave incluyen al químico, biológico y cultural. De acuerdo con Mariconi (1963) y Harborne (1996), la aplicación de insecticidas para matar y repeler los insectos es el método que se usa desde los años 1980, y es el más utilizado actualmente. Se reportó que una vez que la larva barrena la piña o el adulto coloniza tejidos internos del tallo, son difíciles de controlar (CESAVEG, 2008).

Albert (1998) confirmó que el mayor esfuerzo para el combate de *S. acupunctatus* se enfoca hacia el control químico de tipo sistémico, aunque esta opción deja residuos en productos agrícolas, genera contaminación ambiental, mata a fauna no dañina, induce la resistencia de plagas e intoxicación al agricultor.

Solis et al. (1999) reportaron el uso de los insecticidas azinfos metílico y el paratión metílico, que en agave tequilero resultaron con porcentajes de efectividad de 100 y 95% contra el picudo del agave en etapa adulta, mientras que, el Forato, resultó más efectivo contra las larvas del insecto con un 100% de mortandad.

Algunos de los insecticidas con mejor eficacia para el control del adulto del picudo del agave son el malation, endosulfan, metomilo y fipronil, con efectividad biológica de 90 a 100 % (Terán-Vargas et al., 2012). Sin embargo, su uso presenta efectividad limitada pues su aplicación es al exterior de la planta, mientras que, las larvas y adultos se alojan en los tejidos internos, por lo que es poca o nula la cantidad de insecticida que llega hasta el sitio en que se encuentran los picudos (Valdés-Rodríguez et al., 2004).

Pineda (1983) citó que los insecticidas malatión, thiodan, paratión metílico, y carborilo asperjados con intervalos de aplicación de 30 días, controlan a adultos de *S. acupunctatus* en el cultivo de maguey pulquero (*Agave salmiana*) en el Estado de Hidalgo, México. Solís (2001), recomendó Forato granular, aplicándolo de manera preventiva o cuando se localicen pencas amarillentas o con lesiones necrosadas en pencas y piñas para eliminar larvas, así como paratión metílico y azinfos metílico para eliminar poblaciones de adultos de picudo en el cultivo de *A. angustifolia* y *A. tequilana*.

Ramírez (1993) determinó que los insecticidas monocrotofos, malatión y clorpirifos aplicados de manera preventiva o curativa mediante aspersión cuando se tienen primeros síntomas de amarillamiento en la planta o posterior a las lluvias para eliminar adultos de *S. acupunctatus* en el cultivo de henequén en Yucatán, México.

Control cultural

Lock (1969) mencionó que una forma de abatir las poblaciones de *S. acupunctatus* es mediante medidas sanitarias, como la eliminación de plantas muy dañadas, en la cual, las plantas muertas o muy enfermas son extraídas, incineradas y enterradas lejos del cultivo, además de hacer podas y recolectar manualmente adultos de

S. acupunctatus y limpiar los terrenos. Con estas medidas se reducirá en gran parte las poblaciones de *S. acupunctatus* en plantas de agave.

Control biológico

El control biológico es una alternativa potencial para este insecto, especialmente el control microbiano por los hábitos de desarrollo del mismo, pues tanto larvas como adultos son susceptibles a la infección por microorganismos como hongos y nematodos entomopatógenos, factibles de ser utilizados en este tipo de lucha (Aquino, 2003).

Si se considera que el cultivo de agave es un agroecosistema más o menos estable, es conveniente el uso de enemigos naturales para reducir los problemas causados por *S. acupunctatus* (Rodríguez, 1999).

Lock (1969) mencionó que el picudo tiene enemigos naturales, como los insectos depredadores *Cyclaulacidea* sp. o *Hololepta quadridentata* (Figura 10). El uso de enemigos naturales para controlar especies plaga se basa en el empleo de depredadores y parasitoides. Sin embargo, existe un buen número de microorganismos entomopatógenos disponibles, por lo cual es recomendable el control biológico microbiano (De Bach, 1987).

Figura 10. *Hololepta quadridentata*, enemigo natural de *S. acupunctatus*. A) Adulto de *H. quadridentata* que fue recolectado entre las pencas de agave infestado por picudo en vegetación silvestre.

Respecto a entomopatógenos localizados en picudos se ha determinado que, en plantaciones de banano (*Musa paradisiaca*) en las Antillas Francesas, el picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* es atacado por dos hongos, *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*, los cuales lo controlan eficazmente (Carballo, 1998).

A partir de los años 2000, se iniciaron los primeros bioensayos sobre el control biológico de picudo mediante hongos entomopatógenos, utilizando principalmente aislados de *Verticillium* spp., mostrando resultados poco eficientes sobre el insecto. Y a partir de los años 2000 se reportó sobre el control etológico mediante el uso de trampas con feromonas sintéticas (Bravo, 2003).

También dentro del control microbiano del picudo negro del plátano, Rosales y Suárez (1998) evaluaron los nematodos *Heterorhabditis* spp. y *Steinernema* spp. como posibles agentes de control, y encontraron que algunas especies de estos nematodos los controlaron eficazmente, por lo que se considera una buena alternativa como método de control para Curculionidae. Evans et al. (2009) demostraron la susceptibilidad de otro picudo del plátano *Metamasius hemipterus,* a poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos.

Los hongos entomopatógenos están distribuidos ampliamente en la naturaleza y son una forma natural de control de las poblaciones de insectos (Castillo, 1987). La mayoría son Ascomycetes, donde se incluyen principalmente especies que no presentan estado sexual. El micelio de estos hongos está bien desarrollado, septado y con hifas ramificadas, producen esporas conocidas como conidios, pueden formarse de forma simple o en estructuras especializadas conocidas como picnidios y acervulos, la mayoría son terrestres, aunque también algunas especies son marinas y de agua dulce (Alvarado, 1998). Los hongos entomopatógenos han sido poco estudiados y solamente en algunos casos han sido identificados tanto el hospedante como el patógeno, por ejemplo, *Metarrhizium anisopliae* (Villalobos, 1992; Hernández, 1996) como de los microorganismos que causan enfermedades a las larvas de *Phyllophaga* spp.

Los hongos infectan directamente a través de la cutícula y no necesariamente al ser ingeridos (Roberts y Hajek, 1992). Roberts y Hajek (1992) mencionan que la humedad, la temperatura y la luminosidad son los principales factores climáticos que afectan la sensibilidad, estabilidad y persistencia de los hongos entomopatógenos; no obstante, los requerimientos de estos factores varían en las diferencias especies.

Control Etológico mediante el uso de trampas con atrayentes feromonales

El *Scyphophorus acupunctatus*, al igual que otras especies de Dryophthoridae, se comunican a través de feromonas de agregación. Ruiz-Montiel et al. (2003) determinaron que los machos liberan compuestos feromonales y que fueron identificados como 2-metil-4-heptanona, 2-metil-4-heptanol, 2-metil-4-octanona y 2-metil-4-octanol, que atraen a ambos sexos. Posteriormente, Ruíz-Montiel et al. (2008) determinaron que la antena del picudo responde más a los compuestos 2-metil-4-heptanol y al 2-metil-4-octanona; sin embargo, a nivel de campo, la respuesta fue mayor en trampas cebadas con las dos cetonas. También en estudios de laboratorio, Ruíz-Montiel et al. (2009) registraron que el picudo del agave libera la feromona en correlación directa con su edad desde el primer mes de vida. El picudo también responde a los volátiles que libera la planta de agave, como lo demostró a nivel de laboratorio. Altuzar et al. (2007) al detectar, mediante electroantenograma, compuestos como el linalol, 3-careno y α-pineno que provocaron respuesta de adultos de *S. acupunctatus*, desarrolló una trampa cebada con los compuestos sintéticos 2-metil-4-heptanona y 2-metil-4-octanona y tejido vegetal de agave fresco, determinando que la 2-metil-4-octanona atrajo el mayor número de picudos, siendo más hembras que machos (Rodríguez-Rebollar et al., 2011).

La utilización de sobres con feromonas sintéticas, han demostrado de forma contundente ser una alternativa eficaz para controlar estos insectos, en específico en cultivos de gran importancia como lo es el agave (Rodríguez-Rebollar et al., 2012), pero lo más importante de este tipo de control es la ventaja de ser productos no tóxicos que no ocasionan daños a la fauna (Ramírez, 1996)

Existen evidencias de que los compuestos volátiles de la planta hospedante atraen al picudo del agave o sinergizan la respuesta de los insectos a la feromona emitida por un individuo de la misma especie (Ruiz-Montiel et al., 2009). Al respecto, Valdés-Rodríguez et al. (2004) identificaron químicamente cinco compuestos de extractos activos de henequén que son atrayentes al picudo del agave. Por otro lado, Altuzar et al. (2007) identificaron seis compuestos, de los cuales en pruebas de laboratorio se determinó que el γ–terpineno fue atractivo para las hembras, el α-pineno para machos, y el linalol y 3-careno para ambos sexos. Adicionalmente, una feromona de agregación compuesta por al menos dos alcoholes y dos cetonas, liberada por los machos del picudo del agave fue atractiva para ambos sexos (Ruiz-Montiel et al., 2003). En experimentos de campo donde se colocaron trampas con feromonas en plantaciones de agave tequilero, se demostró que los cuatro compuestos son atrayentes a los picudos del agave, pero las mayores capturas se obtuvieron cuando se combinaron las dos cetonas (Ruiz-Montiel et al., 2008).

Actualmente existe un sistema de trampeo para *S. acupunctatus* que incluye la feromona de agregación sintética, colocación de trozos de tejido de agave, a la cual se agrega un retenedor (insecticida) para evitar la salida de los adultos de las trampas (Figura 11).

Figura 11. Requerimientos principales para la colocación de trampas en campo. A) Vista general del sobre con cápsula liberadora de hormonas atrayentes sintéticas para *S. acupunctatus*, B) Cápsula plástica circular con

hormonas sintéticas de aspecto líquido y de coloración rosa intenso, C) Vista general de la trampa, con bolsa de polietileno que contiene el cebo alimenticio a base de pencas de agave y frutas (piña o plátano) previamente impregnados con insecticida. D) Vista interna de la trampa después de una semana de su instalación, observándose picudos atraídos por las hormonas y muertos por efecto del insecticida. D) Ejemplares adultos muertos dentro de la trampa.

La eficiencia de las trampas se ha evaluado tanto para plantaciones de agave tequilero (Figueroa-Castro et al., 2016), como mezcalero (Figueroa-Castro et al., 2017). Con este sistema de trampeo (Figura 12), Figueroa-Castro et al., (2013) determinaron que la captura de adultos del picudo del agave en plantaciones comerciales de agave tequilero en Ahualulco y Amatitán, Jalisco, se lleva a cabo todo el año, con picos de capturas en mayo. También encontraron que la densidad de picudos por planta presentó picos poblacionales entre abril y mayo, con una mayor proporción de capturas de hembras que machos.

La densidad poblacional de picudo del agave en planta, de acuerdo con Solís-Aguilar et al. (2001), se presentó desde enero a abril, con 18 insectos en planta, con picos en abril en Tequila, Jalisco (1999-2000), mientras que, en Tepatitlán, Jalisco, detectó un pico más prolongado de marzo a julio (1999) y otro pico en abril del año siguiente (2000).

Figura 12. En los años 2012 y 2013, algunos aspectos de la incidencia de picudo del agave en una plantación de Santiago Matatlán, Tlacolula, Oaxaca. A) Lesión causada por la entrada del picudo al tallo; B) Trampas con material improvisado que en su interior contienen sobres con feromonas de atracción sintética, cebo alimenticio a base de trozos de penca y jugo fermentado de agave a los que previamente se les colocó insecticida; C) Colocación de una trampa en la base de las plantas de aproximadamente tres años con presencia de picudo en el cultivo.

En plantas de agave la relación sexual hembras-macho es aproximadamente 1:1 (Figueroa-Castro et al., 2013). De acuerdo con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, SENASICA (2018), en los estados de Guanajuato, Michoacán, Nayarit y Tamaulipas, en que se realizó una Campaña Nacional contra Plagas Reglamentadas del Agave, el promedio nacional de picudos por trampa con

feromona sexual de agregación-tejido de agave fue, de 2014 a 2017, de 4.9, 1.9, 1.8 y 4.2, respectivamente. En agaves mezcaleros *A. angustifolia* y *A. cupreata*, en Santa Cruz y Quetzalapa, Guerrero, se han detectado picos de capturas de *S. acupunctatus*, con el mismo sistema de trampeo en septiembre y octubre (Bravo, 2003). Por otro lado, en plantaciones de *A. salmiana* en el noreste del Estado de México, la captura de picudos en trampas (mismo sistema que en agave tequilero) tuvo picos de mayo a junio y de octubre a noviembre (Bravo, 2023).

Rodríguez-Rebollar et al. (2012), colocaron trampas para insectos que consistieron de cubeta de plástico color blanco de 5.8 L de capacidad, 20 cm de diámetro y 18.5 cm de altura, con cinco perforaciones laterales, verticales y paralelas, de 3 cm de ancho y 8 cm de altura, con una separación de la base de 3 cm para permitir la entrada de los picudos y 5 cm de la tapa. El sobre liberador de feromonas se colgó en un gancho de alambre sujetado dentro de la tapa de la cubeta. Se utilizaron 100 g de material vegetal, obtenida de la base de la penca del agave con apariencia sana para utilizarlo como cebo y sistema de atracción, impregnándoles por aspersión manual 15 mL de paratión metílico al 0.3 % (Figura 6). Cabe mencionar que Cruz-Esteban et al. (2020), Cruz-Faustino et al. (2019) y Figueroa-Castro et al. (2017), realizaron pruebas de sinergismo utilizando alternativas a tejidos de agave, como; trozos de piña (*Ananas comosus*), plátano común *Musa paradisiaca*, aplicados en trampas en diferentes especies de agaves. Los tratamientos consistieron de distancias entre bloques (hileras dentro del cultivo) fue de 12 m y 10 m entre trampas dentro de hileras (tratamientos), y en otros casos la distancia entre trampas fue de hileras cada 20 m y 21 m entre trampas dentro de hileras. Los resultados mostraron que las trampas cebadas con compuestos sintéticos capturaron significativamente mayor cantidad de picudos hembras en comparación a picudos machos. Esto indica que las dosis usadas de 50, 100 y 150 mg de atrayente feromonal sintético, tuvieron efectos diferentes para atraer a los picudos a la trampa.

Generalmente, los machos de *S. acupunctatus* liberan entre 1.4 a 11.6 ng/hr/individuo del compuesto C2 (Ruiz–Montiel et al., 2009). Se cree que la función principal de la feromona de *S. acupunctatus* es la de reclutar ejemplares de ambos sexos para colonizar la planta hospedante, sin embargo, es posible que una función secundaria de esta feromona sea de tipo sexual.

CONCLUSIONES

Se revisaron resultados de investigaciones que describen los daños que causa el insecto picudo *S. acupunctatus* en plantaciones de agave, así como las diferentes alternativas que se han evaluado para el control de este insecto. En el año 1973, se determinó al insecto como la principal plaga en cultivos de agave en México. La aplicación de insecticidas para matar y repeler los insectos es el método que más se usa desde los años 1980, y hasta la fecha es el más utilizado. Se ha reportado el uso de los insecticidas: azinfos metílico y el paratión metílico, que en agave tequilero resultaron con porcentajes de efectividad del 100, 97 y 95% contra el picudo del agave en etapa adulta, mientras que, el insecticida Forato, resultó más efectivo contra las larvas del insecto con un 100% de mortandad. Estos resultados estimularon

que en las últimas décadas se incrementase el uso y mejoramiento de plaguicidas para el control del picudo, siendo en la actualidad, el procedimiento más usado para su control.

Se tienen reportes desde los años 2000 que describen los primeros bioensayos para el control biológico de este insecto mediante aislados del hongo entomopatógeno *Verticillium* spp., con resultados modestos. También, desde los años 2000 se tienen los primeros reportes sobre el control etológico, utilizando feromonas sintéticas dentro de trampas colocadas en cultivos de agave. La innovación y utilización de feromonas sintéticas han demostrado su alta efectividad para el control de estos insectos en cultivos de importancia agrícola y económica como el agave. Este nuevo método de control tiene la ventaja de no ser contaminantes peligrosos para el medio ambiente en comparación con los agroquímicos convencionales.

Aún existen muchos obstáculos para el correcto manejo y control del insecto, pues, aunque existe información sobre productos químicos y alternativas más amigables para el ambiente como control biológico, cultural y etológico, la mayoría de los agricultores aun aplica insecticidas químicos. Por otro lado, las alternativas para el control del insecto son diversas y están disponibles en su mayoría al público, sabiendo que en el estado de Oaxaca presentan un incipiente esfuerzo en el control del picudo del agave.

REFERENCIAS

Al Saoud A. y Ajlan A. 2013. Effect of date fruits quantity on the numbers of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) captured in aggregation pheromone traps. Agriculture and Biology Journal of North America, 4(4), 496-503. https://doi.org/10.5251/abjna.2013.4.4.496.503

Aquino Bolaños T. Ruiz Vargas J. y Martínez Sánchez D. 2010. Ecología y biología de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), plaga del agave mezcalero en los Valles Centrales de Oaxaca. Naturaleza y Desarrollo, 8(1), 59-68.

Aquino Bolaños T. Pozo Velázquez E. Álvarez Hernández U. y Delgado Gamboa J. R. 2014. Plantas hospedantes del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) en Oaxaca, México. Southwestern Entomologist, 39(1), 163–169. https://doi.org/10.3958/059.039.0121

Aquino Bolaños T. Iparraguirre M. A. y Ruiz J. 2007. *Scyphophorus acupunctatus* (= interstitialis) Gyllenhaal (Coleoptera: Curculionidae). Plaga del agave mezcalero: pérdidas y daños en Oaxaca, México. Revista UDO Agrícola, 7, 175–180.

Aquino Bolaños T. Sánchez García J. A. Ortiz Hernández Y. D. Hernández Cruz J. y Cortés Martínez C. I. 2020. Carrier and vector of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* and its handling through a base of entomopathogenic fungi in *Agave* sp. Florida Entomologist, 103 (2): 243-246. https://doi.org/10.1653/024.103.0207

Altuzar A. Malo E. A. González Hernández H. y Rojas J. C. 2007. Electrophysiological and behavioural responses of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) to *Agave tequilana* volatiles. Journal of Applied Entomology, 131(2), 121–127. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01135.x

Albert L. 1998. Contaminación de los alimentos por productos químicos. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Naturales Bióticos, México, p. 32

Alvarado R. D. 1998. Principales características de los hongos de importancia agrícola y forestal. Compilador. Cibraín Tovar. Antología, Manejo integrado de plagas y control microbiano. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, México, p. 157.

Beltrán García M. C. 2005. El picudo *Scyphophorus acupunctatus* Ghyll. (Coleoptera: Curculionidae) y su microbiota asociada al tejido dañado de *Agave tequilana* Weber var. Azul. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Bravo M. E. 2003. Sugerencias para el Manejo Integrado del Picudo del Maguey Mezcalero (*Scyphophorus interstitialis* Gyllenhal). INIFAP. Folleto. No 4. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca, p. 10-15.

Bravo M. E. Paz E. H. López L. P. y Velásquez A. C. 2005. El Agave mezcalero de Oaxaca. Avances de Investigación. INIFAP. Libro Técnico No 3. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca, p. 14-18.

Booth R. G. Cox M. L. y Magde R. B. 1990. Coleoptera. International institute of Entomology (an Institute of CAB International). Cambrigde University Press. Cambrigde, UK.

Castillo T. J. 1987. Microbiología general. Ed. LIMUSA, México. 208 pp.
Carballo V. M. 1998. Mortandad de *Cosmopolites sordidus* con diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana*. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) 48: 45-48
De Bach P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Décima impresión, CECSA. México, D. F. p. 10-16.
Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal. 2022. Informe estadístico 2022. Consultado el 30 de abril de 2023. https://comercam-dom.org.mx/wp-content/uploads/2022/06/INFORME-2022-_II_-SINTESIS.pdf.
Clemente G. 2016. El picudo negro de los agaves, la verdadera amenaza para las pitas, ha llegado a Almería. SERBAL, Sociedad para el Estudio y la Recuperación de la Biodiversidad Almeriense. Accessible a: http://serbal-almeria.com/noticias/139-picudonegro-agaves-amenaza-pitas-ha-llegado-almeria.
Cruz Esteban S. Villa García M. Hernández Ledesma P. y Alavez Rosas D. 2020. Efecto sinérgico de la feromona, volátiles del hospedero, y etanol en la atracción de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal. Southwestern Entomologist, 45(4): 997-1008. https://doi.org/10.3958/059.045.0418
Cruz Faustino J. J. Figueroa Castro P. Alcántara Jiménez J. A. López Martínez V. y Silva García F. 2019. Vegetal synergists for trapping the adult of *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, in pheromone baited traps, in *Agave angustifolia* Haw., in Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 35,1-9. https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502187
Cruz García H. Enríquez del Valle J. R. Velasco Velasco V. A. Ruiz Luna J. Campos Ángeles G. V. y Aquino García D. E. 201. Nutrimentos y carbohidratos en plantas de *Agave angustifolia* Haw. y *Agave karwinskii* Zucc. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(sep6), 1161-1173. Recuperado en 19 de diciembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007093420130010000008&Ing=es&tlng=es.
Cuervo Parra J. A. Pérez España V. H. López Pérez P. A. Morales Ovando M. A. Arce Cervantes O. Aparicio Burgos J. E. y Romero Cortes T. 2019. *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae): A weevil threatening the production of agave in Mexico. Florida Entomologist, 102 (1): 1-9. https://doi.org/10.1653/024.102.0101
DGSV-CNRF. Pudrición Blanda del cogollo del Agave. *Pectobacterium carotovorum* subsp. carotovorum. SAGARPA-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal - Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Tecámac, México. 16 p. 2017.
European Plan Protection Organization. 2006. Mini data sheet on *Scyphophorus acupunctatus*. Recuperado en 30 de abril de 2023, de https://gd.eppo.int/datasheets/.
Evans G. Valdés Herrera R. Cárdenas Morales M. Largo Mederos. Alizar Saavedra M. T. y Pozo Velázquez E. 2009. Susceptibilidad de *Metamasius hemipterus sericeus* (L.) (Coleoptera; Curculionidae) a una cepa nativa de nematodos entomopatógenos. Centro Agrícola, 36 (2): 65-69; abril-junio, 2009.
Escamilla Treviño L. L. 2012. Potential of plants from the genus Agave as bioenergy crops. Bioenergy Research, 5, 1–9. https://doi.org/10.1007/s12155-011-9159-x
Figueroa Castro P. Solís Aguilar J. F. González Hernández H. Rubio Cortés R. Herrera Navarro E. G. Castillo Márquez L.E. y Rojas JC. 2013. Population dynamics of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) on blue agave. Florida Entomologist, 96 (4), 1454-1462.
Figueroa Castro P. López Martínez V. Sánchez García J. A. y Martínez Martínez L. 2017. First record of Alienoclypeus insolitu Shenefelt, 1978 (Hymenoptera: Braconidae) from Guerrero and distributional data from Jalisco and Oaxaca, Mexico. Pan-Pacific Entomologist, 93 (4), 234-238. https://doi.org/10.3956/2017-93.4.234
Figueroa Castro P. González Hernández H. Carrillo. Sánchez J. L. Solís Aguilar J. F. del Real Laborde J. I. y Rojas J.C. 2016. Effect of the height and distribution pattern of pheromone-baited traps on the capture of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae) on blue agave (Asparagales: Asparagaceae). Florida Entomologist, 99 (1), 297-299. https://www.jstor.org/stable/24722400
García Mendoza A. 2007. Los Agaves de México. Revista Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 87 (1):14-23.
García Mendoza A. y Chiang F. 2003. The confusion of *Agave vivipara* L. and *Agave angustifolia* Haw, two distinct taxa. Brittonia. 55 (1): 82-87.
Gentry H.S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 670 p.
Guerreo F, Jurado-Pardeiro J, y Ortega F. 2021. Nuevas citas del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838) en España: ¿continúa su avance hacia el interior peninsular? Revista Gaditana de Entomología, 12 (1): 1-10.
González Hernández H. Solís Aguilar J.F. Pacheco Sánchez C. Flores Mendoza F. J. Rubio Cortes R. y Rojas J. C. 2007. Insectos barrenadores del agave tequilero, pp. 39-67. En: H.
González Hernández H. del Real L. y Solís Aguilar J. F. 2007. Manejo de Plagas del Agave Tequilero. Colegio de Postgraduados y Tequila Sauza S. A. de C. V., Zapopan, Jal., México.
Hernández A. G. 1996. El sistema de alarma un componente integrado del manejo de plaga. Propuesta para el manejo de *Phyllophaga* spp. Guatemala. TIKALIA-CATIE 54: 20
Halffter G. 1957. Plagas que afectan a las distintas plagas de agave cultivadas en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección de Defensa Agrícola. SAG, Ciudad de México, México. 135 p.
Harborne J. B. 1966. Natural Product Reports. 83.
Hulle A. Kadole P. y Katkar P. 2015. Agave Americana Leaf Fibers. Fibers, 3(4), 64–75. https://doi.org/10.3390/fib3010064

López Colón, J. y Bahillo de la Puebla, P. 2023. Primera cita de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 para la Comunidad de Madrid (Coleoptera: Dryophthridae). Arquivos Entomolóxicos, 26: 245-248.

Lock G. W. 1969. Sisal. Thirty Years Sisal Research in Tanzania. Second Edition. Tanganyika Sisal Growers Association. Longmans, Green and Coltd.

Matos Andrade M. 2022. The presence of the agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae) in Madeira Archipelago. A new biological control opportunity or a new invasive species? Weevil News, 98, 1-11.

O'Brien C. W. y Wibmer G. J. 1982. Annotated Checklist of the Weevils (*Curculionidae Sensu lato*) of North America, Central America and the West Indies (Coleoptera: Curculionidae). Mem. Amer. Ent. Inst. Number 34. The American Entomological Institute. Ann. Arbor.

Olivares Orozco J. Ramírez Sánchez S. E. Jiménez Aguilar A. Guerrero Andrade O. Montiel Salero D. Rodríguez Diego J. G. 2017. Notificación de *Acanthoderes funeraria* (Bates) sobre dos tipos de *Agave salmiana* (Otto ex Salm-Dyck) en Hidalgo, México. Revista de Protección Vegetal, 32 (2): 1-5.

Maya Y. Palacios Cardiel C. y Jiménez M. L. 2011. El cardón *Pachycereus pringley*, nuevo hospedero para *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) en Baja California Sur, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 1041-1045.

Mariconi F. A. Insecticidas e seu Emprego no Combate ás Pragas, 2ª. Ed., 22 Agron. Ceres Ltda.: Sao Paulo, 1963.

Martín Taboada A. Román Muñoz A. y Díaz Ruiz F. 2019. Updating the distribution of the exotic agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Curculionidae) in peninsular Spain. Anales de Biología, 41: 49-53.

Molina Molina D. 2013. Contribución al conocimiento de la distribución actual de la especie invasora *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Dryophthridae) en la Península Ibérica. Revista Gaditana de Entomología, 4: 11-16.

Pérez Pimienta J. A. López Ortega M. G. y Sánchez A. 2017. Recent developments in Agave performance as a drought-tolerant biofuel feedstock: agronomics, characterization, and biorefining. Biofuels Bioproducts and Biorefining, 11, 732– 748 https://doi.org/10.1002/bbb.1776

Pineda M. G. 1983. Control químico de las plagas y enfermedades más comunes del maguey pulquero *Agave atrovirens* Kart. Tesis profesional. U. A. CH. Chapingo, México, p. 72 -77.

Riba y Flinch J. M. y Alonso Zarazaga M. A. 2007. El picudo negro de la pita o agave, o max del henequén, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae): primera cita para la Península Ibérica. Boletin de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 41: 419-422.

Rodríguez Rebollar H. Rojas J. C. González Hernández H. Ortega Arenas L. D. Equihua Martínez A. del Real Laborde J. I. y López Collado J. 2012. Evaluación de un cebo feromonal para la captura del picudo del agave (Coleoptera: Curculionidae). Acta zoológica mexicana, 28(1), 73-85. https://doi.org/10.21829/azm.2012.281817

Rodríguez G. B. 1999. La investigación en agave tequilero en el CIATEJ. In: P. Bernache y A. Ávalos C. (Eds). El agave. Unión Agrícola Regional de Mezcal Tequilero del estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México. Gaceta Informativa, 1: 2-3.

Ruíz Montiel C. González Hernández H. Leyva J. L. Llanderal Cáceres C. Cruz López L. y Rojas J. C. 2003. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology, 96, 1126-1131. https://doi.org/10.1093/jee/96.4.1126

Ruiz Montiel C. García Coapio G. Rojas J. C. Malo E. A. Cruz López L. del Real I. y González Hernández H. 2008. Aggregation pheromone of *Scyphophorus acupunctatus*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 127, 207-217.

Ruíz Montiel C. Rojas J. C. Cruz López L. y González Hernández H. 2009. Factors affecting pheromone release by *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). Environmental Entomology, 38 (5): 1423-1428. https://doi.org/10.1603/022.038.0510

Ramírez J. L. 1993. Max del Henequén *Scyphophorus interstitalis* Gyll. Bioecología y Control. Serie: Libro técnico. Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP-SARH.

Ramírez D. L. P. 1996. Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura. Palmas, 17 (3), 27-32. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/553 https://doi.org/10.21836/553

Roberts D. W. y Hajek A. E. 1992. Entomopathogenic fungi as Bioinsecticides. p. 144-159.

Rosales A. L. y Súarez Z. H. 1998. Nematodos entomopatógenos como posible agente de control del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (Coleoptero: Curculionidae). Boletín de Entomología Venezolana 13 (2): 123-140.

Romo A. y Morrone J. J. Especies mexicanas de Curculionidae (Insecta: Coleoptera) asociadas con agaves (Asparagaceae: Agavoideae) Revista Mexicana de Biodiversidad, Vol. 83, No. 4, 2012.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2018. Campaña Nacional Contra Plagas Reglamentadas del Agave. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/625684/Estrategia_Operativa_campa_a_contra_plagas_reglamentadas__del_agave.pdf

Siller J. M. G. 1985. Ciclo biológico en laboratorio del picudo del maguey *Scyphophorus acupunctatus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) y algunas consideraciones sobre su impacto económico. Universidad Nacional Autónoma de México.

Solís Aguilar J. F. González Hernández H. Flores Mendoza F.J. Valle de la Paz A. R. Leyva V. J. L. y Martínez G. A. 1999. Control Químico del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Jalisco, México. P: 679-683. In: Memoria del XXXV Congreso Nacional de Entomología, Sociedad Mexicana de Entomología, Acapulco, Gro., México.

Solís Aguilar J.F. González Hernández H. Leyva Vázquez J. Equihua Martínez A. Flores Mendoza F. J. y Martínez Garza A. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, Plaga del agave tequilero en Jalisco, México. Agrociencia, 35 (6): 663-670.

Servicio de Información Pesquera y Alimentaria. 2023. Producción Agrícola. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/. Consulta: 24 de abril 2023.

Terán Vargas A.P. Azuara Domínguez A. Vega Aquino P. Zambrano Gutiérrez J. and Blanco Montero C. 2012. Biological Effectivity of Insecticides to Control the Agave Weevil, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), in Mexico. Southwestern entomologist. 37 (1): 47-53.

Valdés Rodríguez S. Ramírez Choza J. L. Reyes López J. y Blanco Labra A. 2004. Respuesta del insecto max (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)) hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 20: 157-166.

Vaurie P. 1971. Review of *Scyphophorus* (Curculionidae: Rhynchophorinae). Coleopterists Bulletin, 25, 1-8.

Villalobos F. J. 1992. The potential of Entomopathogens for the control of white grub pest of corn in México, p. 253-260.

Waring Q. 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 Entomological Society of America, 79, 334-340. https://doi.org/10.1093/aesa/79.2.334

Woodruff R. E. y Pierce W. H. 1973. *Scyphophorus acupunctatus*, a weevil pest of yuca and agave in Florida (Coleoptera: Curculionidae). Florida Dept. Agr. & Consumer Services División of Plant Industry, Entomology Circular, 135, 1-2.