



Universidad Autónoma de Guerrero

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales



www.uagro.mx

Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local

**Estrategias de trampeo para el control del picudo
(*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en
diferentes niveles de producción, en Quetzalapa
Guerrero**

TESIS

**Presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local**

Presenta:

Félix Valencia Reyes

Dirigida por:

Director: Dr. Paul García Escamilla
Co-Director Dr. Elías Hernández Castro

Iguala de la Independencia, Gro., diciembre, 2023.

La presente tesis titulada “Evaluación de estrategias para el control del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) y medición de la competitividad de unidades productoras de agave en Quetzalapa, Guerrero”, realizada por el alumno Felix Valencia Reyes bajo la dirección del Comité Tutorial indicado ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

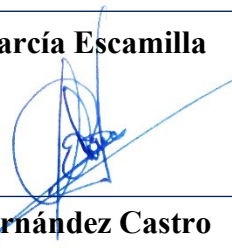
COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR



Dr. Paul García Escamilla

CODIRECTOR



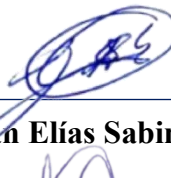
Dr. Elías Hernández Castro

TUTOR



Dr. Pedro Figueroa Castro

TUTOR



Dr. Juan Elías Sabino López

TUTOR



Dra. Mariana Espinosa Rodríguez

CONTENIDO

CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
AGRADECIMIENTOS.....	xi
RESUMEN GENERAL.....	1
EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL PICUDO DE AGAVE (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) Y MEDICIÓN DE LA COMPETITIVIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS DE AGAVE EN QUETZALAPA, GUERRERO.....	1
GENERAL ABSTRACT.....	3
EVALUATION OF STRATEGIES FOR THE CONTROL OF THE AGAVE WEEVIL (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) AND MEASUREMENT OF THE COMPETITIVENESS OF AGAVE PRODUCING UNITS IN QUETZALAPA, GUERRERO.....	3
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	5
II. OBJETIVOS.....	7
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
III. HIPÓTESIS.....	8
3.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	8
3.2 HIPÓTESIS PARTICULARES.....	8
IV. CAPÍTULO 1. EVALUACIÓN DE TRAMPAS DE DIFERENTE MATERIAL Y COLOR PARA LA CAPTURA DEL PICUDO DEL AGAVE (<i>Scyphophorus acupunctatus</i> Gyllenhal) EN GUERRERO.....	9
4.1 RESUMEN.....	9
4.2 ABSTRACT.....	10
4.3 INTRODUCCIÓN.....	11
4.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.4.1 Ubicación del experimento.....	13
4.4.2 Diseño experimental.....	13
4.4.3 Tratamientos.....	14
4.4.4 Componentes de las trampas.....	16
4.4.5 Preparación y distribución de trampas en campo.....	16
4.4.6 Mantenimiento de trampas.....	17

6.8.1 Fortalezas	77
6.8.2 Oportunidades	77
6.8.3 Debilidades.....	77
6.8.4 Amenazas	78
6.9 CONCLUSIONES	79
6.10 LITERATURA CITADA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parcela "El Llano".....	13
Figura 2. Parcela "El Horno".....	13
Figura 3. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media Tukey con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados en los diferentes tipos de trampa (TOCCIAGAVE, BIJICARA, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	19
Figura 4. Promedio total de picudos capturados (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) quincenal durante el mes de julio-agosto con tres diferentes tipos de trampas (TOC, BIJ, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	20
Figura 5. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados en los diferentes tipos de trampa (TOCCIAGAVE, BIJICARA, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio, durante cuatro fechas de captura. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	21
Figura 6. Número de machos hembras y total de picudos del agave capturados en trampas comercial de cinco colores diferentes (blanco, verde, rojo, naranja, negro) cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	22
Figura 7. Número total de machos y hembras de picudos del agave capturados en el mes de septiembre y octubre en trampas comercial de cinco colores diferentes (blanco, verde, rojo, naranja, negro) cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	22
Figura 8. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados en los	

diferentes colores de trampa (blanco, verde, rojo, naranja, negro), cebadas con feromona y cebo alimenticio, durante cuatro fechas de captura. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	23
Figura 9. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados en la evaluación del Sinergium, con dos tratamientos utilizando trampas comerciales (TOC), con cebo alimenticio, feromona y sinergista sintético con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	40
Figura 10. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, del primer ensayo de ambos tratamientos utilizando trampas cebadas con cebo alimenticio, feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	41
Figura 11. Promedio de picudos, utilizando una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados en ambos tratamientos utilizando trampas cebadas, con feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	42
Figura 12. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados con dos tratamientos utilizando trampas comerciales (TOC) sin cebo alimenticio, con feromona de agregación sintética, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	43
Figura 13. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de agosto-octubre, de ambos tratamientos utilizando trampas sin cebo alimenticio, feromona, y con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	44
Figura 14. Promedio de picudos en los diferentes tratamientos, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados en ambos tratamientos utilizando trampas con feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium, sin cebar. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	44
Figura 15. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados con tres diferentes tratamientos, utilizando partes de agave como sinergistas vegetales (quiote, mezontle,	

penca) en trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	45
Figura 16. Porcentaje de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, de los tres tratamientos utilizando la parte del quiote, mezontle y penca del maguey con trampas (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente	46
Figura 17. Promedio de picudos, utilizando una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>) capturados con tres diferentes partes del maguey como sinergistas vegetal. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	47
Figura 18. Promedio de <i>S. acupunctatus</i> , capturados utilizando como sinergista tres diferentes especies de agave (<i>A. angustifolia</i> Haw, <i>A. Tequilana</i> weber Var. Azul, <i>A. espadilla</i>) con trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	48
Figura 19. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, de los tratamientos (<i>A. angustifolia</i> , <i>A. Tequilana</i> , <i>A. espadilla</i>) como sinergistas vegetales dentro de la trampa comercial (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.....	49
Figura 20. Promedio de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cada uno de los tratamientos durante las cuatro fechas de captura, con trampas comercial (TOC), cebadas con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	50
Figura 21. Promedio de picudos capturados, utilizando como sinergista vegetal tejido de (agave fresco, agave fermentado, guayaba fermentada) en trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	51
Figura 22. Promedio de adultos de <i>S. acupunctatus</i> capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de noviembre-diciembre, de los tratamientos (agave fermentado, agave fresco, guayaba fermentada) con trampa comercial (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.	52

Figura 23. Promedio de *S. acupunctatus* capturados en cada uno de los tratamientos durante las cuatro fechas de captura, con trampas comercial (TOC), cebadas con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. 52

Figura 24. Tipos de trampas utilizadas, 1a) Trampa tipo TOCCIAGAVE (TOC), 1b) Trampa tipo bijícara (BIJ), 1c) Trampa tipo pet (PET)..... 75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables de respuesta tomadas durante el mes de junio-enero utilizando sistema se trampeo.	35
Cuadro 2. Tratamientos utilizados en el experimento 1 mediante uso de trampas comerciales con uso de Sinergium, con trampas cebadas y sin cebar para captura de <i>S. acupunctatus</i>	36
Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el experimento 2, para la captura de adultos de <i>S. acupunctatus</i>	36
Cuadro 4. Costos de establecimiento para el cultivo de maguey para una hectárea, de acuerdo a datos aportados por agaveros de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero.	71
Cuadro 5. Labores de mantenimiento anuales por hectárea para el cultivo de maguey durante su ciclo productivo.....	72
Cuadro 6. Fertilización edáfica y foliar por hectárea para el cultivo de maguey llevada a cabo anualmente durante los 6 años de cultivo.	73
Cuadro 7. Costos de cosecha por hectárea del cultivo de maguey.....	73
Cuadro 8. Ingresos y costos de producción por hectárea del cultivo de maguey y producción de su respectivo mezcal.	74
Cuadro 9. Costos de elaboración de las trampas utilizadas para el control de plagas del agave en las comunidades de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero, México.	76
Cuadro 10. Costo del material y componentes para la elaboración de las trampas utilizadas para la captura de <i>Scyphophorus acupunctatus</i>	76

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, agradecer al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por otorgarme una beca durante los dos años de estudio en este posgrado de Maestría.

A la Maestría de Ciencias Agropecuarias y Gestión Local (MCAyGL), por facilitarme cada una de sus instalaciones donde pude desarrollar mis estudios.

Al coordinador de la (MCAyGL) el cual fungió como codirector de tesis, por compartir sus experiencias y consejos que sin duda fueron de gran ayuda para poder finalizar este proyecto.

Dr. Paul García Escamilla, por brindar su gran apoyo cuando este fue requerido tanto académico como personal.

Dr. Pedro Figueroa Castro, por su gran ayuda durante todo el ciclo de este trabajo en campo y su hospitalidad.

Dr. Juan Elías Sabino López, por el apoyo y sugerencias durante el proceso de este proyecto.

Dra. Mariana Espinosa Rodríguez, por la el apoyo y asesoría durante este proyecto para que fuera concluido con satisfacción.

Al señor Luis Figueroa Ocampo y la señora Francisca Castro Gaytán, por su gran amistad y hospitalidad.

RESUMEN GENERAL

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL PICUDO DE AGAVE (*Scyphophorus acupunctatus*) Y MEDICIÓN DE LA COMPETITIVIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS DE AGAVE EN QUETZALAPA, GUERRERO

El siguiente trabajo de tesis se realizó en la localidad de Quetzalapa, municipio de Huitzuc de los Figueroa, Guerrero en plantaciones comerciales de agave, el cual se estructuró en tres capítulos.

Capítulo 1: Evaluación de Trampas para Controlar el Picudo del Agave en México: En México, el maguey es crucial para la producción de mezcal y constituye una parte vital de la economía de muchas familias. Sin embargo, la producción de maguey se ve amenazada por el picudo del agave, una plaga difícil de controlar debido a sus hábitos crípticos. La investigación se centró en evaluar diferentes tipos y colores de trampas, utilizando feromona de agregación sintética y cebo alimenticio. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tipos de trampas, si se observó que las trampas de color rojo y naranja fueron más efectivas en términos estadísticos.

Capítulo 2: Uso de Sinergistas para el Control del Picudo en el Cultivo de Agave en Guerrero: En Guerrero, el cultivo de agave para la producción de mezcal se enfrenta a problemas fitosanitarios, siendo el picudo la principal amenaza. La investigación se propuso evaluar trampas con sinergistas sintéticos (Sinergium) y compararlos con sinergistas vegetales naturales para aumentar la captura del picudo. Se realizaron dos experimentos con trampas cebadas con maguey y se evaluaron diferentes cebos. Los resultados sugieren que la combinación de feromonas sintéticas y sinergistas vegetales aumenta significativamente la captura de picudos en comparación con otros métodos.

Capítulo 3: Análisis de la Competitividad de los Productores de Agave en México: El capítulo se enfocó en analizar las características económicas, productivas y sociales de 32 productores de agave en las comunidades de Quetzalapa y Coahuilotla. Se determinó que los productores son semicompetitivos, con un promedio de 57 años, nivel educativo de primaria, y una superficie promedio de 4 hectáreas. Aunque la mayoría tiene un nivel alto de productividad, poseen un equipo básico, nivel medio en tecnología e información, y un 22% muestra alta calidad en las piñas. Se destaca la necesidad de mejorar las prácticas agrícolas y la implementación de tecnologías para aumentar la competitividad.

Palabras clave: Agave, Trampeo, Sinergistas, Picudo del agave

GENERAL ABSTRACT

EVALUATION OF STRATEGIES FOR THE CONTROL OF THE AGAVE WEEVIL (*Scyphophorus acupunctatus*) AND MEASUREMENT OF THE COMPETITIVENESS OF AGAVE PRODUCING UNITS IN QUETZALAPA, GUERRERO

The following thesis was carried out in the locality of Quetzalapa, municipality of Huitzuc de los Figueroa, Guerrero in commercial agave plantations, which was structured in three chapters.

Chapter 1: Assessing Traps to Control the Agave Weevil in Mexico: In Mexico, the maguey is crucial to mezcal production and is a vital part of many families' economies. However, maguey production is threatened by the agave weevil, a pest that is difficult to control due to its cryptic habits. The research focused on evaluating different types and colors of traps, using synthetic aggregation pheromone and food bait. Although no significant differences were found between the types of traps, it was observed that the red and orange traps were more effective in statistical terms.

Chapter 2: Use of Synergists for Weevil Control in Agave Cultivation in Guerrero: In Guerrero, the cultivation of agave for mezcal production faces phytosanitary problems, with the weevil being the main threat. The research set out to evaluate traps with synthetic synergists (Sinergium) and compare them with natural plant synergists to increase weevil catch. Two experiments were conducted with traps baited with maguey and different baits were evaluated. The results suggest that the combination of synthetic pheromones and plant synergists significantly increases weevil capture compared to other methods.

Chapter 3: Analysis of the Competitiveness of Agave Producers in Mexico: The chapter focused on analyzing the economic, productive, and social characteristics of 32 agave producers in the communities of Quetzalapa and Coahuilotla. It was determined that the producers are semi-

competitive, with an average age of 57 years, primary education level, and an average area of 4 hectares. Although most of them have a high level of productivity, they have basic equipment, medium level in technology and information, and 22% show high quality in the pineapples. It highlights the need to improve agricultural practices and the implementation of technologies to increase competitiveness.

Keywords: Agave, Trapping, Synergist, agave weevil.

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

México, reconocido como uno de los principales productores de agave a nivel mundial, resguarda el 76% de las 200 especies de esta planta en el globo (THE FOOD TECH, 2022). El agave, conocido también como maguey, desempeña un papel crucial en la economía mexicana, siendo una fuente esencial de ingresos para muchas familias en las regiones productoras. Su versatilidad se refleja en diversos usos, desde la elaboración de destilados hasta la producción de fibras, alimentos, combustible y aplicaciones medicinales (García, 2007).

Este cultivo, distribuido extensamente en el 75% del territorio mexicano, destaca en estados como Jalisco, Guanajuato, Oaxaca, Michoacán y Guerrero, este último posicionándose como el sexto productor a nivel nacional (SIAP, 2022). A pesar de la importancia económica, la producción de agave ha enfrentado desafíos considerables en los últimos años, especialmente debido al aumento de plagas, enfermedades y malezas que impactan negativamente en la rentabilidad y calidad del cultivo (CRT, 2004; Villa *et al.*, 2017).

El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) se presenta como uno de los mayores desafíos para los productores, causando daños significativos a diversas especies de Agave y generando pérdidas sustanciales en la materia prima (Figueroa *et al.*, 2014; Solís-Aguilar *et al.*, 2001). A pesar de los esfuerzos de control, como el uso de insecticidas sintéticos, la complejidad radica en la naturaleza críptica de estos insectos, alojándose dentro de los tejidos del agave y dificultando su erradicación (Rodríguez *et al.*, 2012).

Para abordar estos desafíos, se ha explorado el control etológico como una técnica amigable con el medio ambiente, empleando trampas con feromonas, atrayentes y cebos. Sin embargo, la

eficacia de estas trampas se encuentra en constante estudio, especialmente en cuanto a factores como el material y color de estas.

Además de los desafíos fitosanitarios, la producción de agave se ve influida por factores económicos, sociales y productivos. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar trampas de diferente material y color, así como sinergistas de origen vegetal y el sinergista sintético (Sinergium) para el control del picudo del agave, permitiendo la detección y monitoreo de la densidad poblacional, así como la implementación oportuna de medidas preventivas en las zonas productoras de agave.

Este estudio no solo aborda los desafíos prácticos en la producción de agave, sino que también busca comprender las dimensiones económicas, sociales y productivas de los productores de agave en las comunidades de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero. A través de un análisis exhaustivo, se aspira a ofrecer recomendaciones que fortalezcan la competitividad y sostenibilidad de esta industria esencial en el panorama agrícola mexicano.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar diferentes estrategias de trapeo como nuevas alternativas para pequeños, medianos y grandes productores en el manejo del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en el cultivo del agave en Guerrero.

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar trampas de diferente material y color para la captura del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en Guerrero.
- Evaluar el sinergista sintético (Sinergium) y sinergistas vegetales para el trapeo del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) mediante trampas en Guerrero.
- Evaluar la competitividad de las unidades productoras de agave en la comunidad de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero.

III. HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS GENERAL

- Las nuevas estrategias se adecuarán a los pequeños, medianos y grandes productores para el manejo del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) en el cultivo del agave en Guerrero.

3.2 HIPÓTESIS PARTICULARES

- El material así como el color de trampa tendrá cierta atracción de captura para el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en Guerrero.
- Ambos tipos de sinergistas tendrán buenos resultados en cuanto a la captura del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) mediante trampas en Guerrero.
- El nivel de competitividad de las unidades productoras de agave en la comunidad de Quetzalapa y Coahuilotla, será alto.

IV. CAPÍTULO 1. EVALUACIÓN DE TRAMPAS DE DIFERENTE MATERIAL Y COLOR PARA LA CAPTURA DEL PICUDO DEL AGAVE (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) EN GUERRERO

EVALUATION OF TRAPS OF DIFFERENT MATERIAL AND COLOR FOR CAPTURING THE AGAVE WEEVIL (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) IN GUERRERO

4.1 RESUMEN

En México el maguey es fundamental para la producción de mezcal, es de suma importancia económica para muchas familias, no obstante, la producción del maguey es afectada por la principal plaga conocida como el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal), que debido a sus hábitos crípticos su control se vuelve complicado, el método más utilizado es a través de un sistema de trampeo basado con feromona de agregación sintética y cebo alimenticio, lo cual aún falta estudiar factores asociados a la trampa, por tales motivos esta investigación tuvo como objetivo evaluar diferentes trampas de acuerdo al material (TOCCIAGAVE, PET, BIJCARA), y colores de trampa (blanco, verde, rojo, naranja y negro), cada tratamiento con cuatro repeticiones, se contabilizó número de machos, hembras y total. Los resultados obtenidos fueron analizados con un ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) con el programa SAS, observándose que no existen diferencias significativas en cuanto al tipo de trampas, al mismo tiempo las trampas de color rojo y naranja fueron los mejores tratamientos teniendo estadísticamente diferencias significativas.

Palabras clave: Picudo del agave, trampeo, problemas fitosanitarios, trampa tipo TOCCIAGAVE

4.2 ABSTRACT

In Mexico the maguey is fundamental for the production of mezcal, it is of utmost economic importance for many families, however, the production of the maguey is affected by the main pest known as the agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal), which due to its cryptic habits its control becomes complicated, the most used method is through a trapping system based with synthetic aggregation pheromone and food bait, For these reasons, this research aimed to evaluate different traps according to the material (TOCCIAGAVE, PET, BIJICARA), and trap colors (white, green, red, orange and black), each treatment with four repetitions, the number of males, females and total was counted. The results obtained were analyzed with an ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$) with the SAS program, observing that there are no significant differences in terms of the type of traps, at the same time the red and orange traps were the best treatments having statistically significant differences.

Keywords: Agave weevil, trapping, phytosanitary problems, TOCCIAGAVE trap

4.3 INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores de agave a nivel mundial, de las 200 especies de agave existentes en el mundo, cuenta con el 76% de ellas (THE FOOD TECH, 2022). Esta producción de agave, es una de las fuentes de ingreso económico más importante para las familias de las zonas productoras, donde el principal uso que se le da es para la elaboración de destilados, asimismo se utiliza para la producción de fibras, alimentos, combustible, uso medicinal, entre otros (García, 2007).

El género *Agave* tiene una extensa distribución, ubicándose en más del 75% dentro del territorio mexicano, sin embargo, existen regiones donde se encuentra una mayor cantidad de especies que en otras (García, 2007). Los principales estados productores del género *Agave* en México son: Jalisco, Guanajuato, Oaxaca, Michoacán, Nayarit, Guerrero, Veracruz, Zacatecas, posicionándose en sexto lugar el estado de Guerrero en producción (SIAP, 2022). Produjo ganancias mayores a los USD \$7,8 millones, durante el año 2019 con una producción de 33 t., donde logró ocupar el segundo lugar en cuanto a producción (SIAP, 2019; Olvera *et al.*, 2022). La producción de agave se ha visto afectada en los últimos años por un incremento en la presencia de insectos plaga, enfermedades y arvenses, provocando una disminución en la rentabilidad y calidad, y como consecuencia un incremento en los costos de producción (CRT, 2004; Villa *et al.*, 2017).

El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) es considerado uno de los más perjudiciales (Figuroa *et al.*, 2014), el cual es el causante de daños a diferentes especies de Agave (Maya *et al.*, 2011), ocasionando pérdidas de hasta un 25% de materia prima (Solís-Aguilar *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*; 2012). Debido a que estos se alimentan de los tejidos al mismo tiempo se producen heridas, ocasionando daños indirectos al permitir la entrada de hongos y bacterias fitopatógenas (Rodríguez, 1999; Cruz-Esteban y Hernández, 2020), donde en ocasiones hay pérdida total de la planta (Herrera *et al.*; 2013). Para ello, existen diferentes técnicas para el control

de *S. acupunctatus*, como lo es el control biológico haciendo uso de sus enemigos naturales (González *et al.*, 2007; SENASICA, 2016), control cultural (eliminación de plantas infestadas) (Solís-Aguilar *et al.*, 2001; Azuara *et al.*, 2014), control químico utilizando insecticidas sintéticos (Pérez, 1980; Valdés *et al.*, 2004; Terán-Vargas *et al.*, 2012; Azuara-Domínguez *et al.*, 2012; INIFAP, 2013), este último ha sido deficiente debido a que *S. acupunctatus* toda su vida se aloja dentro de los tejidos del agave (Rodríguez *et al.*, 2012; Villa *et al.*, 2017), por último existe el control etológico utilizando trampas con feromonas, atrayentes, cebos (Cox, 2004; Jutsum & Gordon, 1988; Phillips, 1997; Villa *et al.*, 2017).

El control etológico es considerado una técnica amigable con el medio ambiente al no dejar residuos tóxicos (Cisneros, 2016; Castro *et al.*, 2018). Este control nos permite utilizar el monitoreo para determinar el grado de infestación permitiendo actuar de manera oportuna (Cisneros, 1995). Aunque, el control etológico es una técnica ecológica, implica altos costos para la mayoría de los productores, aunado a esto falta estudiar y optimizar varios factores asociados a la trampa y al color de estas.

Para ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar trampas de diferente material y color para el trapeo de *S. acupunctatus*, que permitan detectar y monitorear la densidad poblacional, al mismo tiempo poder realizar medidas preventivas o de control en forma oportuna en esta zona productora de agaves.

4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó en dos plantaciones comerciales de maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.) en la localidad de Quetzalapa, Guerrero, municipio de Huitzuc de los Figueroa, localizado en las siguientes coordenadas geográficas: (18°29'07''N, 99°28'23''O), a 919 msnm. Con una temperatura media anual de 21°C, donde la precipitación media anual es de 599 mm, con una humedad media del 62%.

La primera parcela cuenta con una superficie de 4 ha conocida como “El Llano” ubicada en las coordenadas (18°37'99" N, 99°15'46" O), donde en su mayoría abunda maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.), los cuales tiene una edad de 3 a 5 años. La segunda parcela con una superficie de 4 ha, conocida como “El Horno” ubicada en las coordenadas (18°19'35" N, 99°08'59" O), donde en su mayoría se cultivando maguey espadín *A. angustifolia* los cuales tiene una edad de 3 a 5 años.

4.4.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar para ambos ensayos.

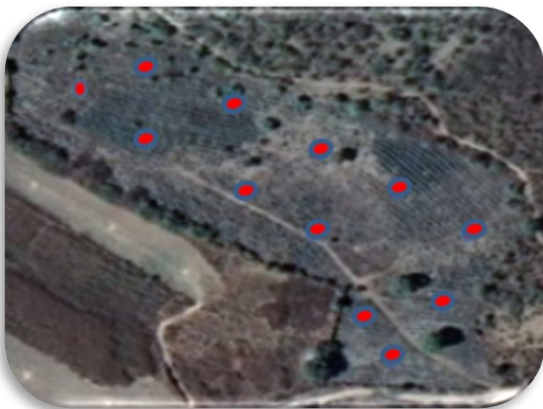


Figura 1. Parcela "El Llano"

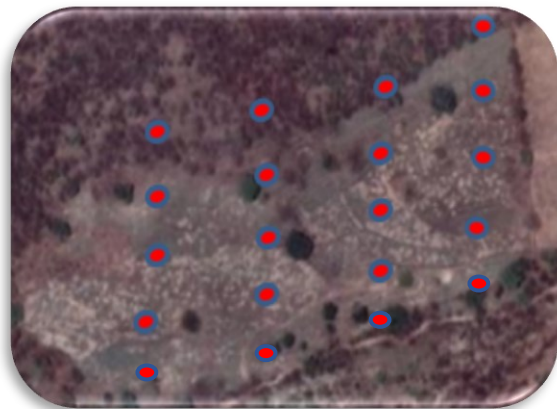


Figura 2. Parcela "El Horno"

4.4.2.1 Variables de estudio

En esta investigación con una duración de trapeo de cinco meses, se logró obtener información de acuerdo a ciertas variables respuesta que se estuvieron colectando enfocadas a los adultos de *S. acupunctatus* capturados, así como la temperatura durante el tiempo que se estableció el trapeo, cuales fueron los siguientes:

Picudos del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal)

- Número total de picudos (hembras y machos) capturados
- Número de hembras capturadas
- Número de machos capturados

Datos climáticos

- Temperatura

4.4.3 Tratamientos

Para llevar a cabo el experimento se utilizaron dos ensayos, el primero consistió en la evaluación de tres tratamientos, utilizando tres tipos de trampas diferentes, (TOCCIAGAVE (TOC), PET, BIJICARA (BIJ)), las cuales cada una de ellas difirieron en cuanto a su estructura, se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento, donde se obtuvieron 12 repeticiones por ambos tratamientos para el primer ensayo, donde se llevó a cabo en la primera parcela conocida como “El Llano”, para el segundo ensayo, se evaluaron cinco tratamientos utilizando la trampa comercial (TOC), cada tratamiento consto de un color de trampa diferente (blanco, verde, rojo, naranja y negro) cada uno con 4 repeticiones, obteniendo 20 repeticiones en total para el caso del segundo ensayo, el cual se estableció en la segunda parcela conocida como “El Horno”.

4.4.3.1 Características y elaboración de trampas

4.4.3.1.1 Trampa TOOCIAGAVE

Esta trampa utilizada consistió en una trampa comercial (TOC) elaborada a base de plástico reciclado, con una capacidad de cuatro litros, la cual incluye su respectiva tapadera, donde viene consigo colocado al centro un trozo de alambre de acero inoxidable donde se colocó la feromona de agregación sintética (Tequilur®). Al mismo tiempo, en la parte superior de la trampa tiene ocho ventanas de 2.5 cm de diámetro, los que funcionan como entrada de acceso para los picudos.

4.4.3.1.2 Trampa PET

La siguiente trampa fue elaborada a base del reciclaje de botellas (PET), siendo esta de una capacidad de 2.5 L, en la tapa se realizó un orificio al centro, ya sea con una navaja marca Victorinox o bien, con un taladro usando una broca de 1/8" marca TRUPER, donde se colocó un pedazo de alambre de acero inoxidable, el cual sujetó la feromona, para finalizar la trampa, en la parte superior de la botella con una navaja se realizaron cuatro ventanas de 3 cm de diámetro, cada uno de ellos orientados hacia los cuatro puntos cardinales, dichos orificios fueron las entradas por donde los picudos del agave ingresaron a la trampa.

4.4.3.1.3 Trampa Bijícara

Se elaboró mediante dos jícaras de uso doméstico, una de mayor tamaño que la otra, esto con la finalidad de que ambas ensamblen correctamente, la jícara que llevo a cabo la función de tapa, es decir, la de la parte superior, a esta se le realizó un agujero en el centro de la base con un taladro utilizando una broca de 1/8" marca TRUPER, donde se colocó un pequeño trozo de alambre de acero inoxidable donde se sujetó la feromona, al mismo tiempo con una broca sierra de 1 1/2" de diámetro se le hicieron cuatro orificios orientados a los puntos cardinales, fungiendo como entrada para los picudo de *S. acupunctatus*.

4.4.4 Componentes de las trampas

4.4.4.1 Feromona

Para una mayor atracción de picudos, en el interior de la trampa se colocó un alambre de acero inoxidable y se sujetó la feromona de agregación sintética llamada Tequilur® (FeroComps, México, D.F.), quedando esta de una manera suspendida dentro de la trampa.

4.4.4.2 Cebo alimenticio

Se utilizó 300 gramos de tejido de agave, recolectado de la misma plantación donde se estableció el ensayo y se puso en el interior de la trampa, para potencializar aún más a la feromona de agregación sintética y poder obtener una mayor captura de *S. acupunctatus*. Cabe mencionar que para la obtención de este cebo alimenticio no se dañaron plantas sanas, si no que, fue recolectado de residuos posteriores a la jima. En caso de no haber en ese momento residuos, se les dió uso a plantas enfermas o dañadas con porcentaje de daño mayor al 60% utilizando el resto que no estuviese dañado.

4.4.4.3 Agente de retención

Una vez ingresando a la trampa tanto las hembras como machos adultos de *S. acupunctatus*, se utilizó una solución preparada de insecticida malatión (Malathion 1000E), con la finalidad de exterminarlos, a una dosis de 10 ml/L, perteneciente al grupo químico de los organofosforados, de dicha mezcla se agregaron por trampa 50 ml aproximadamente, impregnando por completo el cebo alimenticio.

4.4.5 Preparación y distribución de trampas en campo

Una vez con las trampas de los diferentes tratamientos para los dos ensayos, se recolectó tejido de agave fresco de la misma parcela y se cortó en trozos pequeños, con una báscula digital portátil se pesaron 300 g para colocarlo en el interior de la trampa y utilizarlo como cebo alimenticio, con la

finalidad de desprender mayores cantidades de compuestos volátiles y tener un mejor manejo al momento de ingresar a las trampas.

Este cebo alimenticio fue impregnado con 50 ml de una solución previamente preparada de insecticida para la retención de los picudos una vez ingresando dentro de la trampa, se utilizó el insecticida malatión (Malathion 1000E®) a una dosis de 10 ml/ L, para finalizar se colocó la feromona de agregación sintética (Tequilur®) en la parte de la tapa con ayuda de un trozo de alambre de acero inoxidable que a cada trampa le fue colocado, quedando de cierta manera suspendida en el interior de la trampa.

En caso de las dos parcelas “El Horno” y “El Llano”, la distribución de las trampas de cada tratamiento fue al azar, asegurándose de que entre trampas hubiera una distancia de al menos 50 m. Cada trampa fue colocada cerca de una planta de agave, para ello se elaboró una cepa de acuerdo al diámetro de la trampa a colocar, con una profundidad de aproximadamente 10 cm, colocándola en el interior de la misma, esto para evitar que la fauna silvestre estropeará las trampas ocasionando información errónea, para darle aún más firmeza encima de la trampa se colocó una piedra de tamaño considerable, una vez hecho esto, el espacio restante entre las paredes de la trampa y el suelo fue sellado con el sustrato que se extrajo al momento de la excavación de la cepa, con la intención de que los picudos no se desorientaran facilitando su entrada a la trampa.

4.4.6 Mantenimiento de trampas

El liberador de la feromona de agregación sintética fue reemplazado mensualmente por un nuevo liberador, en cuanto al cebo alimenticio, es decir, el tejido de agave se sustituyó por tejido fresco recién colectado, al mismo tiempo se impregno con 50 ml de la nueva solución de insecticida preparada al momento repitiendo estas dos últimas actividades cada 15 días. Los picudos capturados durante esos quince días, se colocaron en bolsas de plástico tipo ziploc rotuladas de

acuerdo al ensayo, tratamiento y repetición al que pertenecían para su posterior análisis.

4.4.7 Conteo e identificación de dimorfismo sexual del picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) capturados

Después de cada mantenimiento quincenal a las trampas, los picudos capturados fueron colocados dentro de bolsas ziploc etiquetadas correctamente de acuerdo a cada ensayo, tratamiento y repetición, una vez hecho esto se trasladaron al Laboratorio de Fitosanidad de Agriminilla, S.A.S. de C.V., ubicado en Quetzalapa, Guerrero. Donde se realizó una diferenciación sexual tanto de hembras como de machos capturados de acuerdo con la morfología del último segmento abdominal del insecto (Ramírez-Choza, 1993), para esto se utilizó un microscopio estereoscópico (AmScope 20X). Para finalmente contabilizar el número de machos y hembras que fueron capturados durante el periodo de quince días.

4.4.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) con el programa estadístico (SAS, versión 9.0) a los resultados obtenidos para ver si existían diferencias significativas entre los tratamientos.

4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipos de trampas comerciales y artesanales

Para el primer experimento, al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$ no se encontró diferencias significativas en cuanto a los tratamientos de tipos de trampas (TOC, PET, BIJ), es decir, cualquier tipo de trampa que se utilice para el control de *S. acupunctatus*, estadísticamente tendremos capturas similares (Figura 3).

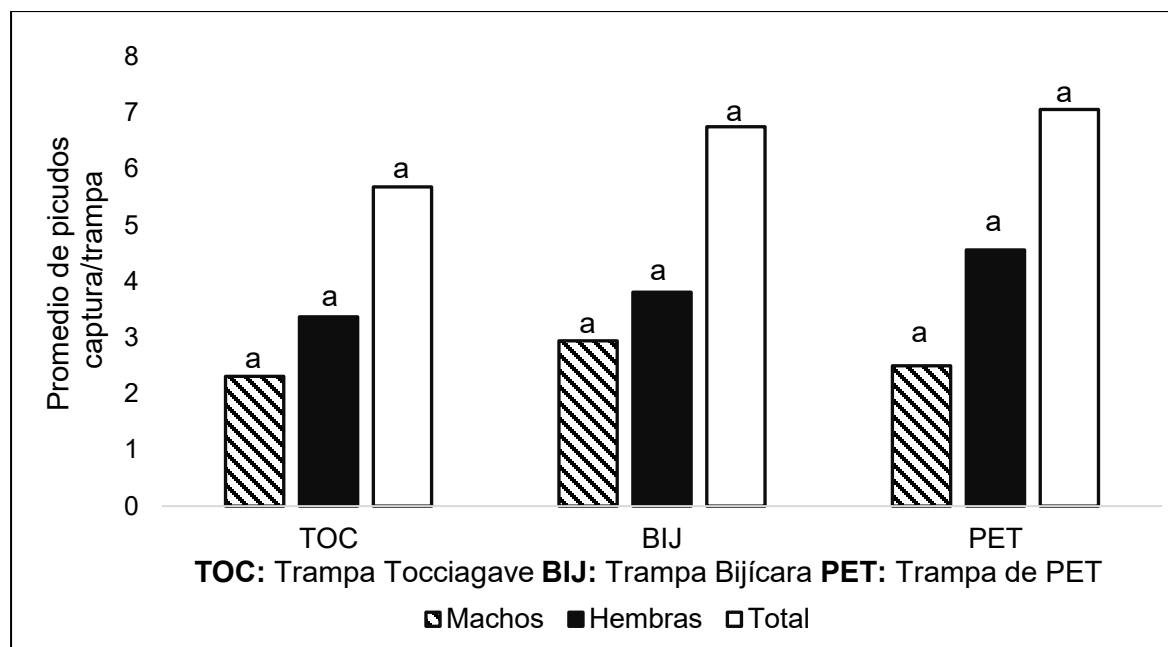


Figura 3. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media Tukey con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados en los diferentes tipos de trampa (TOCCIAGAVE, BIJICARA, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

En cuanto a las cuatro fechas de captura, al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$ se encontró que hay diferencias significativas en cuanto a la primera captura, obteniendo más picudos del agave capturados, disminuyendo el número de los mismos en las tres capturas posteriores (Figura 4).

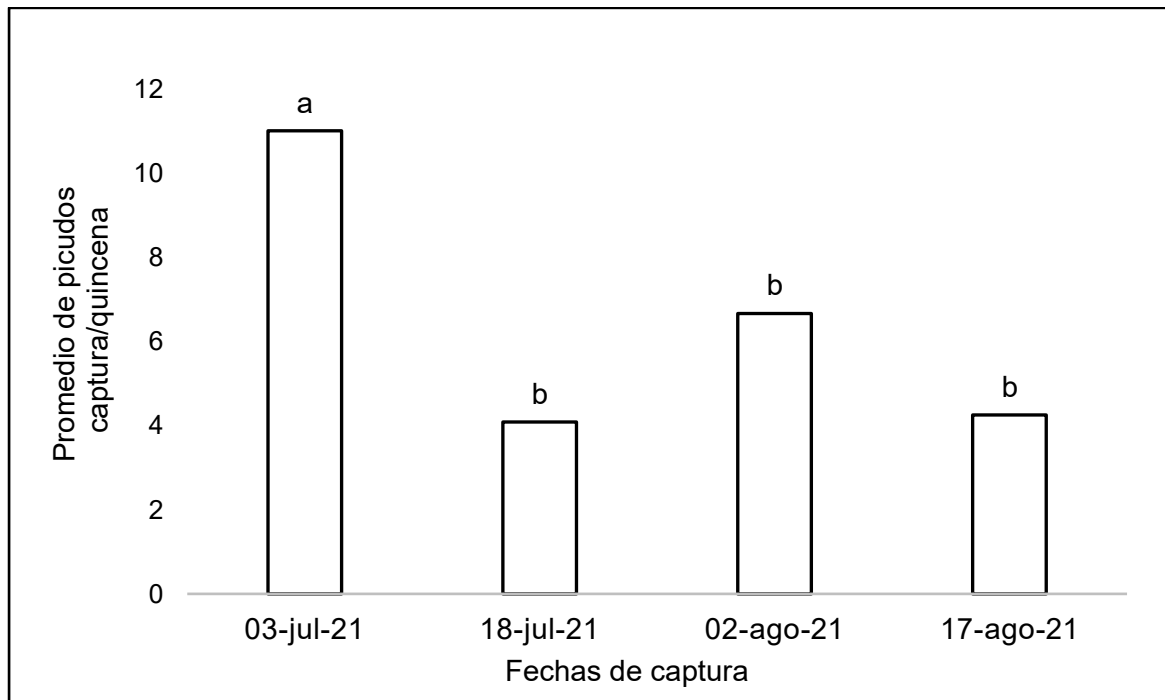


Figura 4. Promedio total de picudos capturados (*Scyphophorus acupunctatus*) quincenal durante el mes de julio-agosto con tres diferentes tipos de trampas (TOC, BIJ, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Se realizó un análisis estadístico y una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa) por fecha entre los diferentes tipos de trampa, donde se observó que no existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, es decir cualquier trampa a utilizar tendrá buenos resultados (Figura 5).

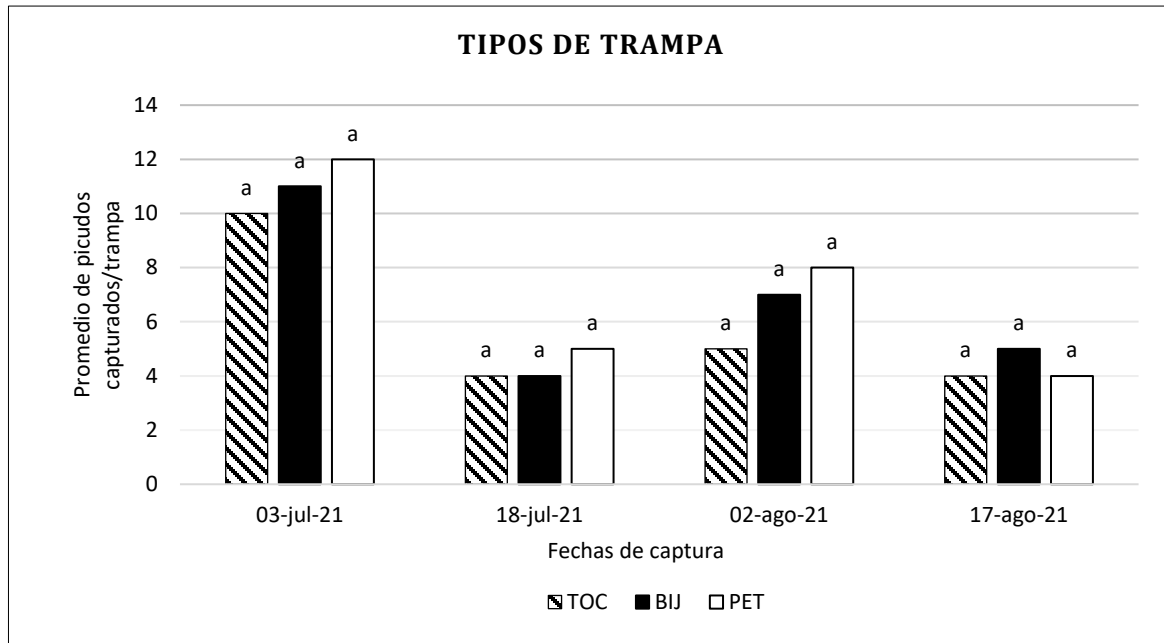


Figura 5. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados en los diferentes tipos de trampa (TOCCIAGAVE, BIJICARA, PET), cebadas con feromona y cebo alimenticio, durante cuatro fechas de captura. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tipos de color de trampa para la captura del picudo del agave.

En cuanto al color de trampa comercial (TOC), se observó que existe diferencias significativas en la captura de *S. acupunctatus*, donde se observó que las trampas de color naranja y rojo fueron las que presentaron mayor captura de picudos (Figura 6). En cuanto a las fechas en este experimento, la primera fecha de captura fue la que hubo mayor número de picudos capturados, además se observó que en los cinco tratamientos hubo más presencia de picudos hembras (Figura 7).

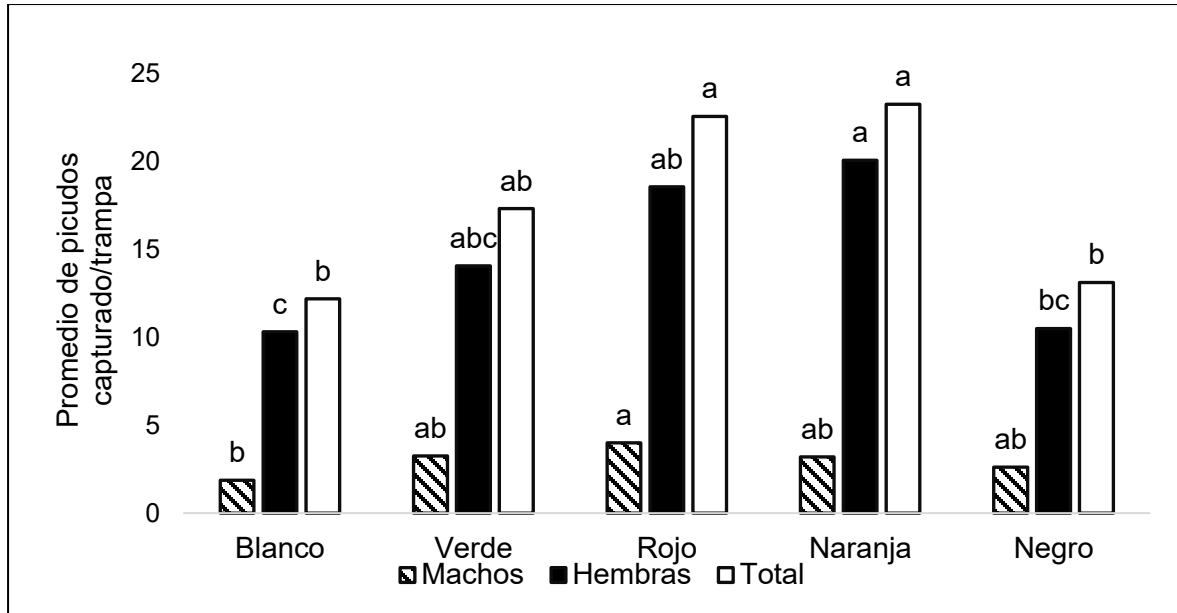


Figura 6. Número de machos hembras y total de picudos del agave capturados en trampas comercial de cinco colores diferentes (blanco, verde, rojo, naranja, negro) cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

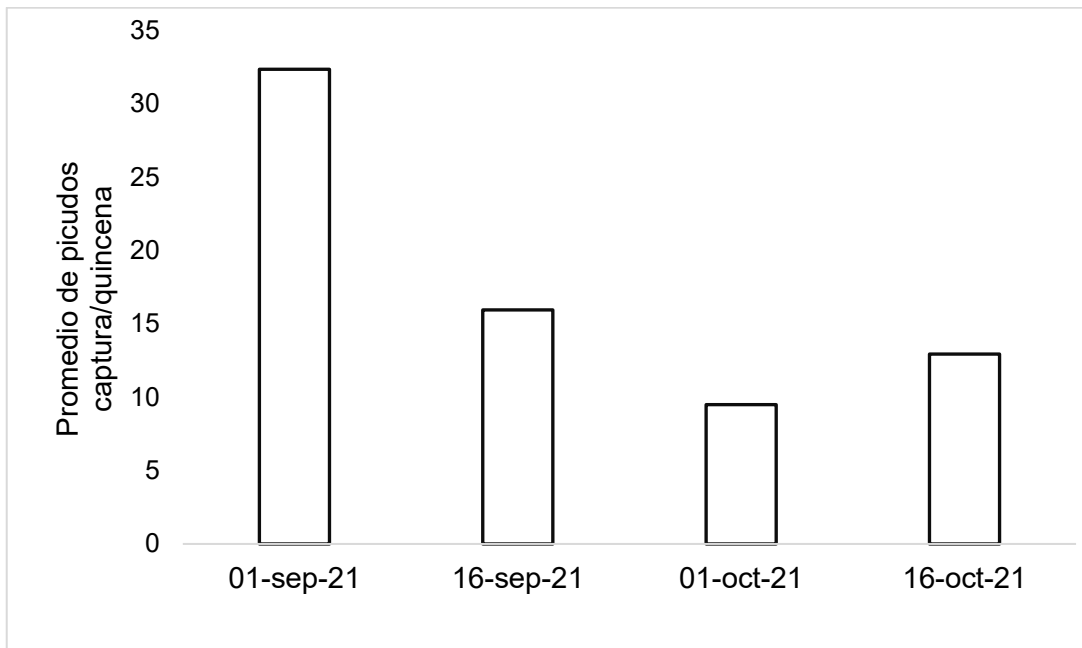


Figura 7. Número total de machos y hembras de picudos del agave capturados en el mes de septiembre y octubre en trampas comercial de cinco colores diferentes (blanco, verde, rojo, naranja, negro) cebadas con feromona y cebo alimenticio. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Se realizó un análisis estadístico y una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa) por fecha entre los diferentes colores de trampa, donde se observó que en la primera fecha la trampa de color rojo presentó diferencias significativas con el resto de los demás tratamientos. En la segunda fecha, para el color naranja hay diferencias significativas, a diferencia de los demás tratamientos. En general el color rojo y naranja en tres de las cuatro fechas fueron los tratamientos con mayor número de picudos capturados (Figura 8).

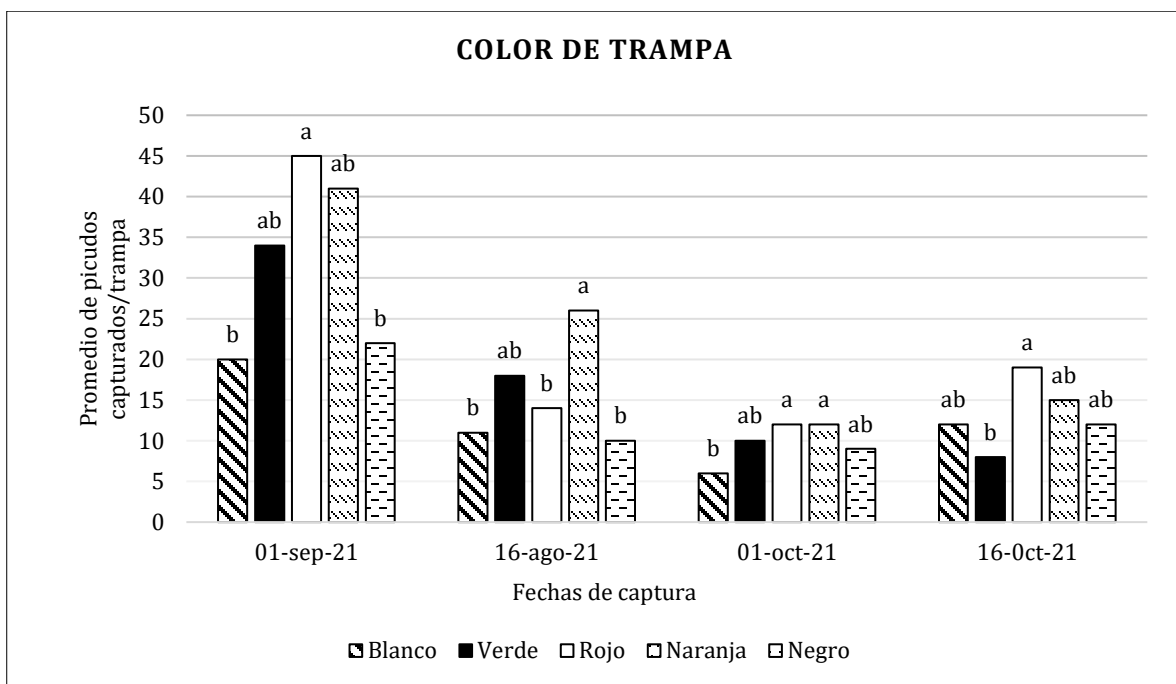


Figura 8. Promedio de picudos en las diferentes trampas utilizadas, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados en los diferentes colores de trampa (blanco, verde, rojo, naranja, negro), cebadas con feromona y cebo alimenticio, durante cuatro fechas de captura. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

El diseño de la trampa es importante en el control del picudo del agave, ya que debe de estar estrechamente relacionado con la biología del insecto (Azura *et al.*, 2014) sin embargo, en esta investigación se observó que no es del todo, debido a que los tres tipos de trampa diferentes que se evaluaron no mostraron diferencias estadísticas significativas en el número de picudos

capturados, dando lugar que de acuerdo a las posibilidades y necesidades del productor pueda usar la trampa que más le beneficie y facilite.

Se observó que las trampas de color con mayor número de picudos capturados se encontraron en las trampas de color naranja y roja, esto coincide con Ruiz *et al.*, (2017) mencionando que el atrayente alimenticio y el color de la trampa tienen un efecto de atracción sobre el picudo de agave, principalmente con los colores intensos más que los claros.

En cuanto a los picudos capturados se logró identificar que hubo una mayor captura de picudos hembras en casi todos los tratamientos, coincidiendo con Rodríguez *et al.*, (2012), mencionando que el trapeo con trampas cebadas captura significativamente más hembras que machos, lo que ayuda para disminuir la población, tal como afirma López-Martínez *et al.*, (2011) y Ruiz-Montiel *et al.*, (2009) que el trapeo de hembras incide en la reducción de la población en campo (Azuara *et al.*, 2014).

4.6 CONCLUSIONES

El material como la estructura de la trampa no influye en la captura de picudos, lo que realmente impacta son los componentes como la feromona y el cebo alimenticio para hacer sinergia, siendo así cualquiera de las tres trampas buena opción para captura del picudo, en cuanto al color de la trampa los mejores tratamientos fueron el rojo y naranja, al parecer los colores intensos tienen mayor efecto de atracción.

Se observó una mayor captura de picudos hembras en los colores mencionados, esto permite un control en la densidad poblacional al capturar más hembras que son las encargadas de ovipositar huevos.

El uso de la feromona de agregación sintética tuvo un efecto positivo en las capturas de *S. acupunctatus*, ya que se redujo el número de la población a través del tiempo, es decir conforme avanzó el tiempo de trampeo fue disminuyendo la densidad poblacional de picudo.

4.7 LITERATURA CITADA

- Azuara A, Terán AP., Soto S. A., Aguilar P. NY, y Martínez L. 2014. Evaluación del tipo de trampa, atrayente alimenticio y feromona de agregación en el trampeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal en Tamaulipas, México. *Entomotropica* 29(1): 1-8.
- Castro P. C., Vera T. M., Indacochea G. B., Valverde L. Y. y Gabriel O. J. 2018. Control etológico de *Thrips* sp. (Insecta: Thysanoptera) y *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(2), 104-112. Recuperado en 05 de octubre de 2023, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942018000200006&lng=es&tlng=es.
- Cisneros V. F. 1995. Control de plagas agrícolas. ISBN 978-9972-9017-0-6 en la Agencia Peruana del ISBN. AgriFoodGateway 17-0-X.com
- Cruz E. S. y Hernández-L. P. 2020. Hay que ser picudo para acabar con el agave. *Elementos* 119 (2020) 23-26. www.elementos.buap.mx
- Figueroa C. P., González H. H., Carrillo S. J., Rojas L. J., Del Real L.J. I. y Solís A. J. F. 2014. “Radio de acción y densidad de trampas cebadas con feromona de agregación sintética para monitoreo del picudo del agave”. *Entomología Mexicana* 1: 402 – 407. *Ecología y Comportamiento*.
- García M. A. J. 2007. “Los Agaves de México”. *Revista Ciencias*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). ISSN (Versión impresa): 0187-6376. México.
- Herrera P. L., Juárez S. J. y Ramírez V. B. 2018. El cultivo de *Agave tequilana* Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco. *AgroProductividad* 6(5).
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 2013. EL picudo *Scyphophorus Acupunctatus* Gyllenhal y su manejo en el agave tequilero (*Agave tequilana*

f.a.c. weber) variedad azul. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Las Huastecas Villa Cuauhtémoc, Tam. Folleto Técnico No. MX-0-310304-52-03-14-09-35 ISBN: 978-607-37-0181-5.

López M. V., Alia T. I., Andrade R. M., García R. M., Rojas, J. 2011. Daily Activity of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) Monitored with Pheromone-Baited Traps in a Field of Mexican Tuberose. *The Florida Entomologist*. 94. 1091-1093. 10.2307/23065879.

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

Olvera V. L. A., Pardo N. J., Aguilar R. N. y Contreras M. D. I. 2022. Detección de *Agave angustifolia* y *Agave cupreata* con técnicas geomáticas en Guerrero, México. 23 (2), e2241. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2241.

Rodríguez R. H., Rojas J. C., González H. H., Ortega A. L. D., Equihua M. A., Del Real-L. J. I. y López C. J. 2012. Evaluación de un cebo feromonal para la captura del picudo del agave (Coleoptera: Curculionidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1):73-85. <https://doi.org/10.21829/azm.2012.281817>

Ruiz M. C., Ramón D. C. I., Domínguez R. L., Ainsa Z. R. y Mendoza L. M. R. 2017. “Efecto de la Trampa y Atrayente sobre *Scyphophorus acupunctatus* en Agave”. *Southwestern Entomologist* 42(1):237-247. <http://doi.org/10.3958/059.042.0121>

Ruiz M. C., Rojas, J. C., Cruz, L. L. y González H. H. 2009. Factors Affecting Pheromone Release by *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*. 38. 1423-8. DOI:[10.1603/022.038.0510](https://doi.org/10.1603/022.038.0510)

- SENASICA-DGSV. 2016. Picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal 1838) (Coleoptera. Dryophthoridae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México 13 p.
- THE FOOD TECH. 2022. El cultivo sostenible del agave y su importancia en el desarrollo económico en México. Recuperado de: <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/el-cultivo-sostenible-del-agave-y-su-importancia-en-el-desarrollo-economicoenmexico/#:~:text=El%20cultivo%20del%20agave%20es,posee%20la%20denominaci%C3%B3n%20de%20origen.>
- Villa, M., Mercado, Y., Anducho, M., Álvarez, J. y Téllez, A. 2017. Uso de modificadores del comportamiento para el control biológico de *Scyphophorus Acupunctatus* Gyllenhal en Agave. Universidad de Pachuca (UPP). Ciencias Multidisciplinarias. Proceedings – ECORFAN-MÉXICO.

V. CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE SINERGISTA SINTÉTICO Y TEJIDOS VEGETALES PARA EL TRAMPEO DEL PICUDO DEL AGAVE (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) EN GUERRERO

5.1 RESUMEN

En Guerrero el cultivo de agave se utiliza para producir el mezcal y ocupa parte importante del territorio con *Agave angustifolia* Haw. y *A. cupreata* Trel. Sin embargo, su producción es afectada por diferentes problemas fitosanitarios. El picudo (*Scyphophorus acupunctatus*) es el más perjudicial y se encuentra distribuido por diferentes zonas productoras, para su control lo más utilizado es el químico y etológico, pero no es del todo efectivo. Por ello el objetivo fue evaluar mediante el uso de trampas con sinergistas sintéticos (Sinergium) y compararlos con sinergistas vegetales naturales para incrementar la captura del picudo. Se establecieron dos experimentos, utilizando un diseño completamente al azar. El primer experimento fue en dos ensayos: en el primero se utilizaron trampas comerciales (TOC) cebadas con maguey y se evaluó Sinergium® un sinergista sintético y uno sin sinergista para la captura de picudos de agave, cada tratamiento con 6 repeticiones. En el segundo ensayo fue similar en cuanto a los tratamientos, con sus 6 repeticiones, solo que no se usaron cebos.

En el segundo experimento consto de tres ensayos para evaluar diferentes tipos de cebos; en el primero se evaluaron tres tratamientos, cada uno con diferentes partes del maguey (Mezontle, Quiote, Penca) con cuatro repeticiones cada uno; el segundo ensayo se evaluaron tres tratamientos con tejido de tres especies de agave (*A. Tequilana* weber Var. Azul, *A. angustifolia*, criollo espadilla) con sus cuatro repeticiones; el tercer ensayo se evaluaron tres tratamientos: tejido fresco de agave, agave y guayaba fermentados con melaza. Los resultados obtenidos se analizaron con un ANOVA y una prueba de LSD con un alfa del 0.05. Se determinó que el sinergista sintético en trampas cebadas feromona estadísticamente no presenta mayores capturas de picudos, pero si este

se combina en trampas cebadas con feromona y un sinergista vegetal la captura de picudos aumenta significativamente a que no se usara. También se observaron diferencias significativas en los diferentes ensayos del segundo experimento.

Palabras clave: cebo alimenticio, maguey, picudo del agave, feromonas, control del picudo del agave.

5.2 SUMMARY

In Guerrero, agave cultivation is used to produce mezcal and occupies an important part of the territory with *Agave angustifolia* Haw. and *A. cupreata* Trel. However, its production is affected by different phytosanitary problems. The weevil (*Scyphophorus acupunctatus*) is the most harmful and is distributed in different producing areas. For its control, the most used is chemical and ethological, but it is not entirely effective. Therefore, the objective was to evaluate the use of traps with synthetic synergists (Sinergium) and compare them with natural plant synergists to increase the capture of the weevil. Two experiments were established, using a completely randomized design. The first experiment was in two trials: in the first, commercial traps (TOC) baited with maguey were used and Sinergium®, a synthetic synergist and one without a synergist, was evaluated for the capture of agave weevils, each treatment with 6 repetitions. In the second trial it was similar in terms of treatments, with its 6 repetitions, only no baits were used.

In the second experiment, it consisted of three trials to evaluate different types of baits; In the first, three treatments were evaluated, each with different parts of the maguey (Mezontle, Quiote, Penca) with four repetitions each; In the second trial, three treatments were evaluated with tissue from three species of agave (*A. Tequilana weber* Var. Azul, *A. angustifolia*, criollo espadilla) with four repetitions; In the third trial, three treatments were evaluated: fresh agave tissue, agave and guava fermented with molasses. The results obtained were analyzed with an ANOVA and an LSD test with an alpha of 0.05. It was determined that the synthetic synergist in pheromone-baited traps does not statistically present greater captures of weevils, but if it is combined in traps baited with pheromone and a plant synergist, the capture of weevils increases significantly if it were not used. Significant differences were also observed in the different trials of the second experiment.

Keywords: food bait, maguey, agave weevil, pheromones, agave weevil control.

5.3 INTRODUCCIÓN

El cultivo de agave en México juega un papel importante en el sector agrícola, así mismo para los productores que se dedican a la producción y comercialización (SENASICA, 2017), debido a que su producción es la materia prima para la producción de destilados, generando importantes ingresos (Ramírez, 2022), principalmente en zonas magueyeras, permitiéndole a las familias activar su economía (Delgado-Lemus *et al.*, 2014; Torres García *et al.*, 2015; Torres García *et al.*, 2019.). Además, goza de un valor agroecológico y ambiental, esto a que es asociado con diversas especies vegetales y animales (Delgado-Lemus *et al.*, 2014; Esparza-Ibarra *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2012; Yin *et al.*, 2018; Olvera *et al.*, 2022).

Para el estado de Guerrero, la producción de agave ocupa cerca de 1, 600 ha aproximadamente, donde las principales especies que se cultivan son *Agave angustifolia* Haw. y *A. cupreata* Trel. (CRM, 2020; SIAP, 2019; Olvera *et al.* 2022), en esta producción participan cerca de nueve mil productores, generando aproximadamente 30,000 empleos, estos directos e indirectos (Valencia *et al.*, 2020), en la actualidad se ha logrado generar empleo para 70,000 personas (Navarro-del Toro, 2021; Ceballos *et al.*, 2022).

Sin embargo, la producción de agave se ha visto afectada por malezas, enfermedades e insectos plaga. (Valenzuela, 2003; CRT, 2005; Cruz, *et al.*, 2019). Uno de los insectos que afectan el cultivo de agave es el picudo (*Scyphophorus acupunctatus*) considerándolo como uno de los más perjudiciales (González *et al.*, 2007; Ceja *et al.*; 2017), el cual se encuentra en varias regiones del mundo ocasionando fuertes pérdidas económicas (Ruiz *et al.*, 2017). Las larvas provocan daños directos al penetrar las piñas, así como las pencas de manera interna (Solís *et al.*, 2001; Arista, 2023), a su vez *S. acupunctatus* ingresa bacterias como *Erwinia carotovora* y *Erwinia* sp. a la planta, ocasionando pudrición del cogollo y por ende la muerte de la planta (Herrera *et al.*, 2013).

Algunas de las especies de agave que se ven afectadas por *S. acupunctatus* son: *Agave americana*, *A. potatorum*, *A. salmiana*, *A. sisalana*, *A. angustifolia*, *A. lechuguilla*, *A. tequilana*, *A. atrovirens*, *A. fourcroydes*, *A. shawii*, *A. attenuata*, *A. ferdinandiregis*, *A. karwinskii* (Romo y Morrone, 2012; Cuervo, 2020).

Se han utilizado insecticidas como método de control, pero esto no ha sido del todo posible ya que las larvas y los adultos del picudo, se encuentran dentro de los tejidos, siendo difícil que el uso de insecticidas llegue donde están alojados (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2012).

Por ello el objetivo de este trabajo es evaluar mediante el uso de trampas un sinergista sintético (Sinergium), así como algunos sinergistas vegetales naturales para incrementar la captura del picudo para disminuir el daño a la planta.

5.4 MATERIALES Y MÉTODOS

5.4.1 Ubicación del experimento

La siguiente investigación se realizó en tres diferentes plantaciones comerciales, donde existe una diversidad de especies de maguey cultivados, maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.), maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & Berger), (*Agave Tequilana weber* Var. Azul) y maguey criollo (*Agave angustifolia* Haw.), ubicadas en la localidad de Quetzalapa, Guerrero, municipio de Huitzuc de los Figueroa, localizado en las siguientes coordenadas geográficas: 18°29'07" de latitud norte y 99°28'23" de longitud oeste, a 919 msnm, dicha localidad cuenta con una temperatura media anual de 21°C, con una precipitación de 599 mm anuales y 62% de humedad. La ubicación de las parcelas fueron las siguientes, "El Horno" ubicada en las coordenadas geográficas (18°19'35" N y 99°08'59" O), "El Llano" localizada en las coordenadas (18°37'99" N, 99°15'46" O), "La Minilla" ubicada en (18°21'20.1" N y 99°10'52" O de longitud oeste, 951 msnm) ubicados en Quetzalapa.

5.4.2 Diseño Experimental

Se realizaron dos experimentos obteniendo un total de cinco ensayos por ambos, utilizando un diseño completamente al azar.

5.4.2.1 Variables de estudio

En esta investigación con una duración de trampeo de ocho meses, las variables que se obtuvieron fueron enfocadas a los adultos de *S. acupunctatus*, así como algunos datos climatológicos, las cuales fueron los siguientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables de respuesta tomadas durante el mes de junio-enero utilizando sistema se trampeo.

Picudos del agave (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>)	Datos climáticos
Número total de picudos hembras y machos capturados	Temperatura
Número de hembras capturadas	
Número de machos capturadas	

5.4.3 Tratamientos

Para desarrollar el primer experimento se realizaron dos ensayos, donde fue evaluada la eficiencia del sinergista sintético (Sinergium®) para la captura de picudos de agave, para ello el primer ensayo constó de dos tratamientos con 6 repeticiones, utilizando trampas comerciales (TOC) cebadas. El segundo ensayo fue similar en cuanto a los tratamientos, así como las repeticiones, a diferencia de que las trampas no fueron cebadas.

En el segundo experimento se establecieron tres ensayos, para el primero se utilizaron tres tratamientos, donde se utilizó diferentes partes de maguey (Mezontle, Penca, Quiote) como cebo alimenticio dentro de las trampas, fungiendo cada uno de ellos como tratamiento, teniendo cuatro repeticiones cada uno, el segundo ensayo se utilizó tejido de tres diferentes especies de agave (*A. angustifolia*, *A. Tequilana* weber Var. Azul, criollo espadilla) de los cuales se obtuvo tejido para utilizarlo como cebo alimenticio, obteniendo tres tratamientos, con cuatro repeticiones. Finalmente, para el tercer ensayo se utilizaron tres tratamientos utilizando tejido de agave fresco, agave y guayaba siendo estos dos últimos fermentados con melaza, cabe mencionar que ambos experimentos fueron evaluados para la captura de *S. acupunctatus*, utilizando trampas comerciales (TOC). En el Cuadro 2 y 3. se muestran los componentes de cada tratamiento de acuerdo con el experimento y ensayo del que se trata.

Cuadro 2. Tratamientos utilizados en el experimento 1 mediante uso de trampas comerciales con uso de Sinergium, con trampas cebadas y sin cebar para captura de *S. acupunctatus*

Experimento	Ensayo	Tratamiento
1	1	T.1: TOC + 300 g (CA) + FT + 50 ml (AR) + Sinergium®
		T.2: TOC + 300 g (CA) + FT + 50 ml (AR)
	2	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + Sinergium®
		T.2: TOC + FT + 50 ml (AR)

TOC: Trampa comercial TOCCIAGAVE; CA: Cebo Alimenticio; FT: Feromona Tequilur; AR: Agente de Retención

Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el experimento 2, para la captura de adultos de *S. acupunctatus*

Experimento	Ensayo	Tratamiento
2	1	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Mezontle
		T.2: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Penca
		T.3: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Quiote
	2	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) A. azul
		T.2: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) A. oaxaqueño
		T.3: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) A. criollo
3	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Guayaba fermentada	
	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Agave fermentado	
	T.1: TOC + FT + 50 ml (AR) + 300 g (CA) Agave fresco	

TOC: Trampa comercial TOCCIAGAVE; CA: Cebo Alimenticio; FT: Feromona Tequilur; AR: Agente de Retención

5.4.4 Descripción de la trampa

Se utilizó la trampa comercial tipo TOCCIAGAVE, la cual está elaborada a base de plástico recuperado con una capacidad de cuatro litros, esta incluye en su tapadera un trozo de alambre de acero inoxidable donde se sujeta la feromona y en el caso del primer experimento el sinergista

(Sinergium[®]), cuenta con ocho orificios que funcionan como entrada de acceso para los adultos de *S. acupunctatus*.

5.4.5 componentes de las trampas

5.4.5.1 Feromona

Fue utilizada la feromona de agregación sintética (Tequilur[®]) (FeroComps, México).

5.4.5.2 Sinergista sintético

Para potencializar la feromona de agregación, se utilizó un producto sinergista llamado (Sinergium[®]) (FeroComps, México), el cual permite sinergizar el efecto de la feromona en atracción de picudo a trampas.

5.4.5.3 Cebo alimenticio

Para el caso del cebo de maguey se utilizó plantas dañadas o enfermas recolectadas en la parcela donde se estableció el experimento, se usaron 300 g de tejido por trampa. Para el cebo de guayaba se obtuvo días antes de utilizarla para ser fermentada y después utilizarla, de manera similar que el cebo de maguey fermentado; este fue colectado con días de anticipación, cabe señalar que el tipo de cebo estuvo en función de acuerdo con el experimento, así como del tratamiento.

5.4.5.4 Agente de retención

Para asegurar que una vez ingresando los adultos de *S. acupunctatus*, estos no vuelvan a retirarse de las trampas se preparó una mezcla con agua y Malatión 1000E(malatión) a una dosis de 10ml/L, colocando una cantidad de 50 ml de mezcla por trampa.

5.4.6 Preparación y distribución de trampas

Se colectó el cebo alimenticio en la parcela donde se estableció el experimento, este fue cortado en trozos pequeños para facilitar más la liberación de sus compuestos volátiles, en el caso donde se utilizó guayaba fermentada, esta se adquirió con días de anticipación y cada fruto se cortó en

cuatro pedazos pequeños, posteriormente se colocaron en un recipiente con melaza y agua potable para su fermentación durante siete días, a cada trampa se agregaron a cada trampa 300 g de cebo alimenticio, este estuvo en función de acuerdo al experimento como al tratamiento, se impregnó con 50 ml de una solución o mezcla previamente preparada del insecticida malatión a una, esto con la finalidad de intoxicar los picudos que ingresan a la trampa. Finalmente se colocó el liberador de la feromona (Tequilur[®]) así como el sinergista (Sinergium[®]) de ser necesario, ambos sujetos de la tapa que trae consigo un alambre específicamente para esa finalidad.

Las trampas fueron colocadas completamente al azar, a una distancia mínima de 50 metros entre cada una de ellas, estas fueron colocadas ligeramente enterradas cerca de una planta de maguey, donde se realizó una cepa del diámetro de la trampa, con una profundidad aproximadamente de 10 cm para evitar que la fauna silvestre dañara las trampas.

5.4.7 Mantenimiento de trampas

El liberador de la feromona de agregación sintética, así como el sinergista fueron reemplazados mensualmente por un nuevo liberador, en cuanto el cebo alimenticio, es decir, el tejido de agave fresco, así como el tejido fermentado de guayaba y maguey se sustituyó por tejido fresco y/o fermentado de ser el caso, al mismo tiempo se impregnó con más solución de insecticida preparada al momento repitiendo estas dos últimas actividades cada 15 días durante dos meses, los picudos capturados durante esos quince días, se colocaron en bolsas de plástico tipo ziploc para su posterior conteo y análisis, etiquetándolos de acuerdo al experimento, ensayo y tratamiento.

5.4.8 Conteo e identificación de dimorfismo sexual de (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados

Después de cada mantenimiento quincenal a las trampas los picudos capturados fueron colocados dentro de una bolsa ziploc etiquetados correctamente de acuerdo con cada ensayo y tratamiento, una vez hecho esto se trasladaron al Laboratorio de Fitosanidad de Agriminilla S.A.S. de C.V.,

ubicado en Quetzalapa, Guerrero. Donde se realizó una diferenciación tanto de hembras como machos capturados de acuerdo con la morfología del último segmento abdominal en vista ventral del insecto (Ramírez-Choza, 1993), con ayuda de un microscopio estereoscópico marca AmScope (20X). Para finalmente contabilizar y registrar en la base de datos el número de macho y hembras que fueron capturados.

5.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, donde se evaluó el Sinergium con trampas cebadas que corresponde al ensayo uno, se encontró que no hubo diferencias significativas entre los dos tratamientos, es decir, el utilizar o no el Sinergium en trampas cebadas obtendremos capturas estadísticamente similares para la captura o control de *S. acupunctatus*. Se observó que la captura de picudos hembra numéricamente es mayor que de picudos machos. Por otro lado, el número promedio total de picudos capturados por trampa en ambos tratamientos fue alto con 26 ejemplares aproximadamente (Figura 9).

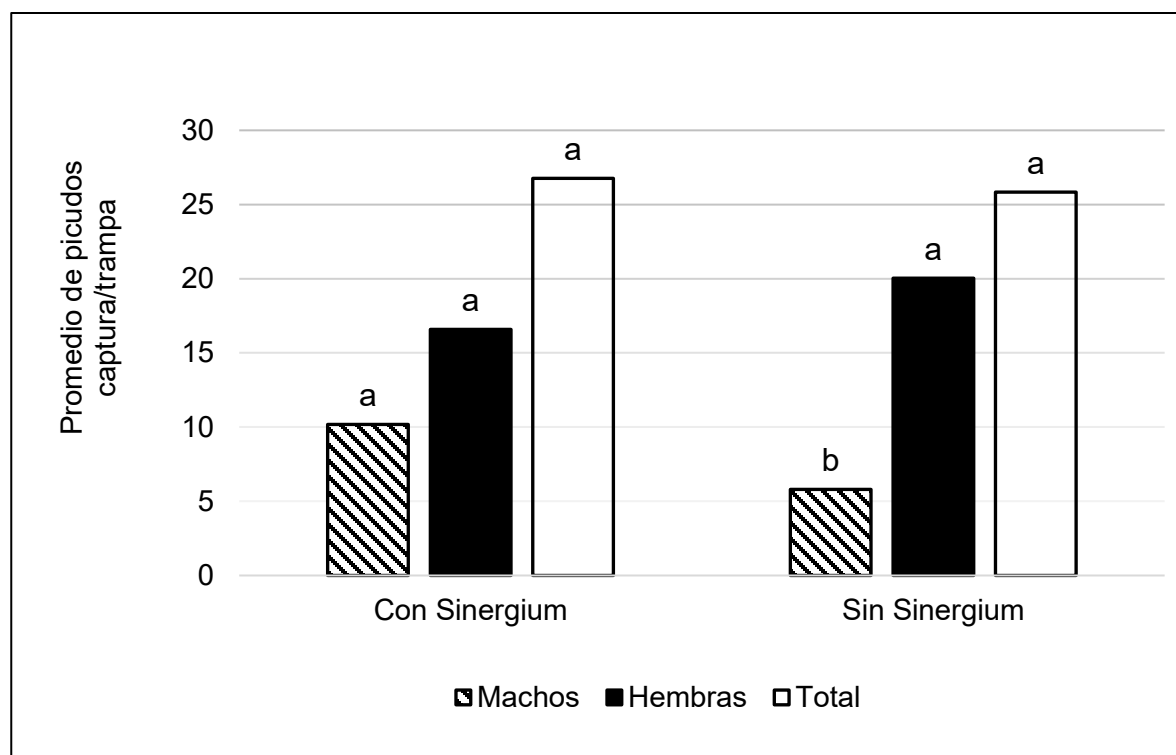


Figura 9. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados en la evaluación del Sinergium, con dos tratamientos utilizando trampas comerciales (TOC), con cebo alimenticio, feromona y sinergista sintético con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

En cuanto a las cuatro fechas de captura al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, de ambos tratamientos se determinó, que no existe diferencias significativas en ninguna de las cuatro fechas

de captura, es decir, el promedio de picudos capturados se mantuvo constante, durante el mes de julio hasta mediados del mes de agosto, tal como se muestra en la (Figura 10). Así mismo, al realizar una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa), para cada tratamiento por separado durante las cuatro fechas, se encontró que, no existe diferencias significativas entre las cuatro fechas de captura para cada uno de los tratamientos (Figura 11).

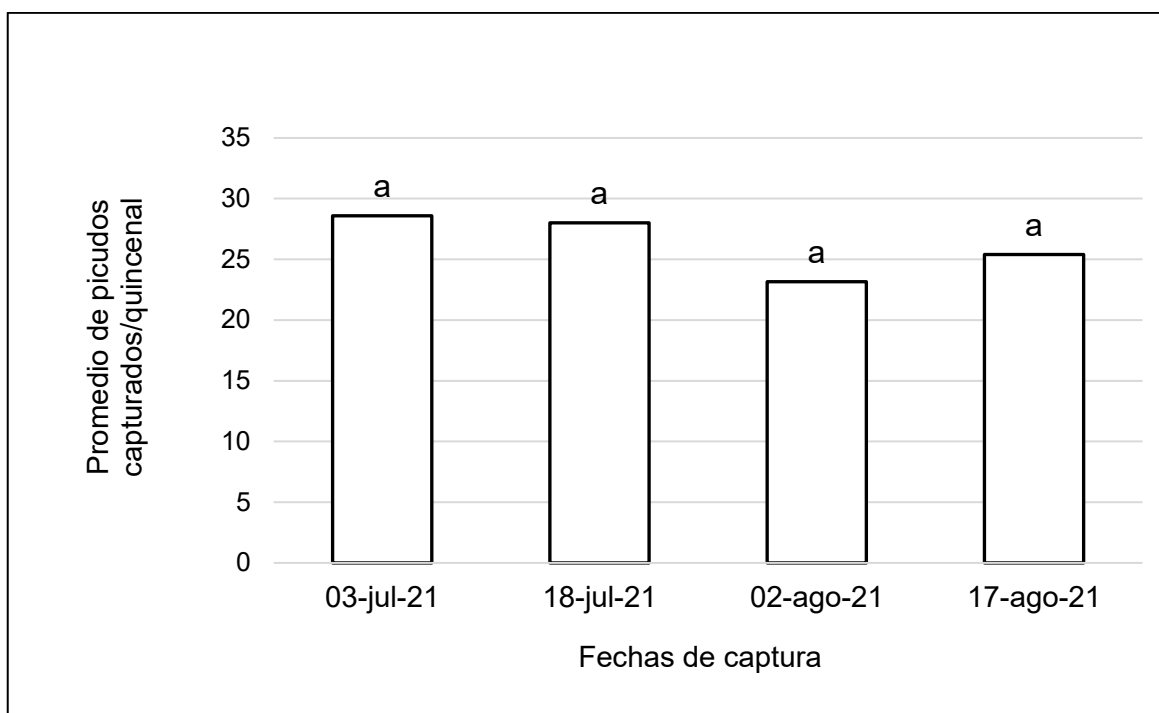


Figura 10. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, del primer ensayo de ambos tratamientos utilizando trampas cebadas con cebo alimenticio, feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

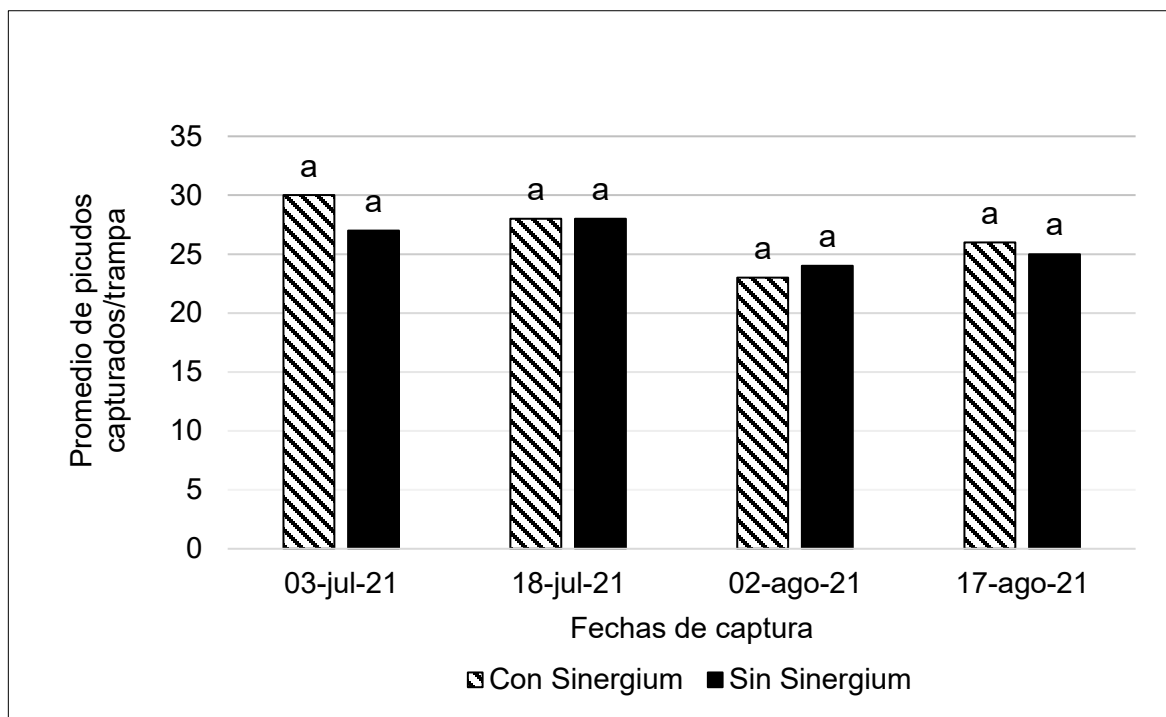


Figura 11. Promedio de picudos, utilizando una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados en ambos tratamientos utilizando trampas cebadas, con feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Para el caso del segundo ensayo, al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$ donde fue evaluado el Sinergium[®], con trampas (TOC), en este caso sin cebar se determinó que no existen diferencias significativas para ambos tratamientos, indicándonos que el utilizar o no el Sinergium como sinergista sintético lograremos prácticamente los mismos resultados, en cuanto a capturas de adultos de *S. acupunctatus*. De la misma manera encontramos que existe una mayor captura de adultos hembras que de machos. Por otra parte, se observó que independientemente el utilizar o no Sinergium[®], cuando las trampas son cebadas, numéricamente el promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados son considerablemente mayor (Figura 12).

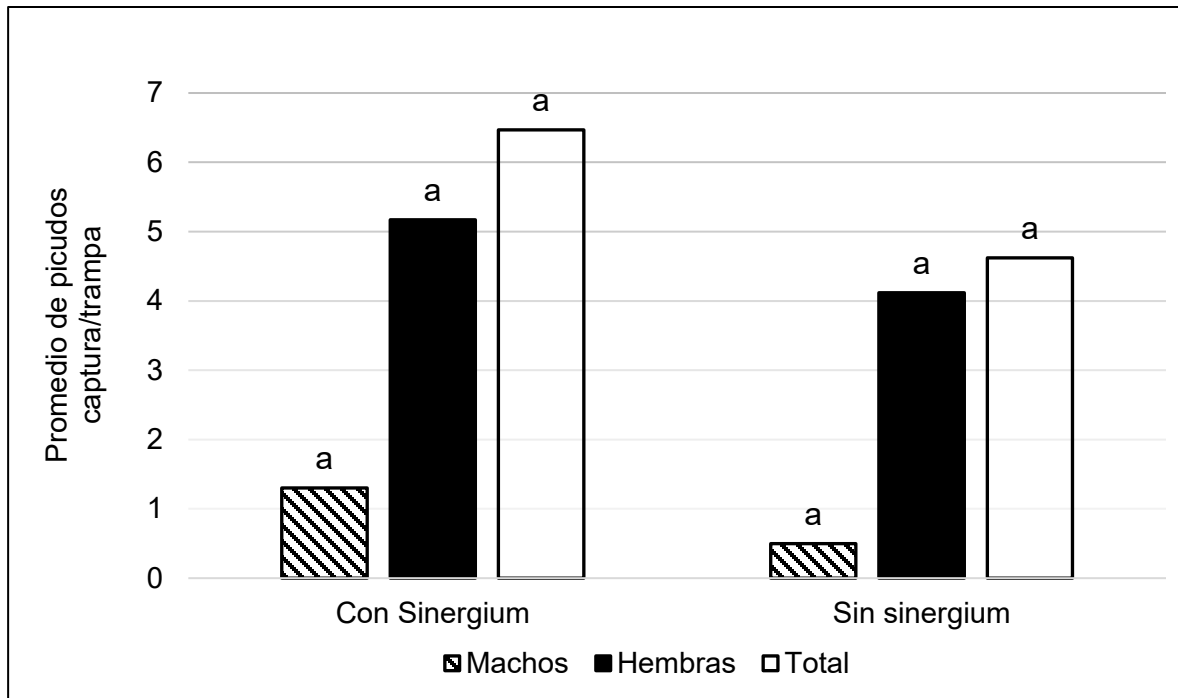


Figura 12. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados con dos tratamientos utilizando trampas comerciales (TOC) sin cebo alimenticio, con feromona de agregación sintética, con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

A su vez, se realizó una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, para determinar si en alguna de las cuatro fechas de captura hubo más adultos de *S. acupunctatus*, donde efectivamente se encontró que en la primera fecha y tercera se obtuvo una diferencia significativa en cuanto al número de picudos capturados para ambos tratamientos, disminuyendo estos a principios del mes de septiembre y octubre (Figura 13). Se hizo una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa), para conocer si en cada tratamiento durante las cuatro fechas de captura alguno de ellos captura más picudos, lo que nos indicó que no existen diferencias significativas entre cada tratamiento, es decir, ambos se comportaron similar en cuanto a captura en cada una de las fechas (Figura 14).

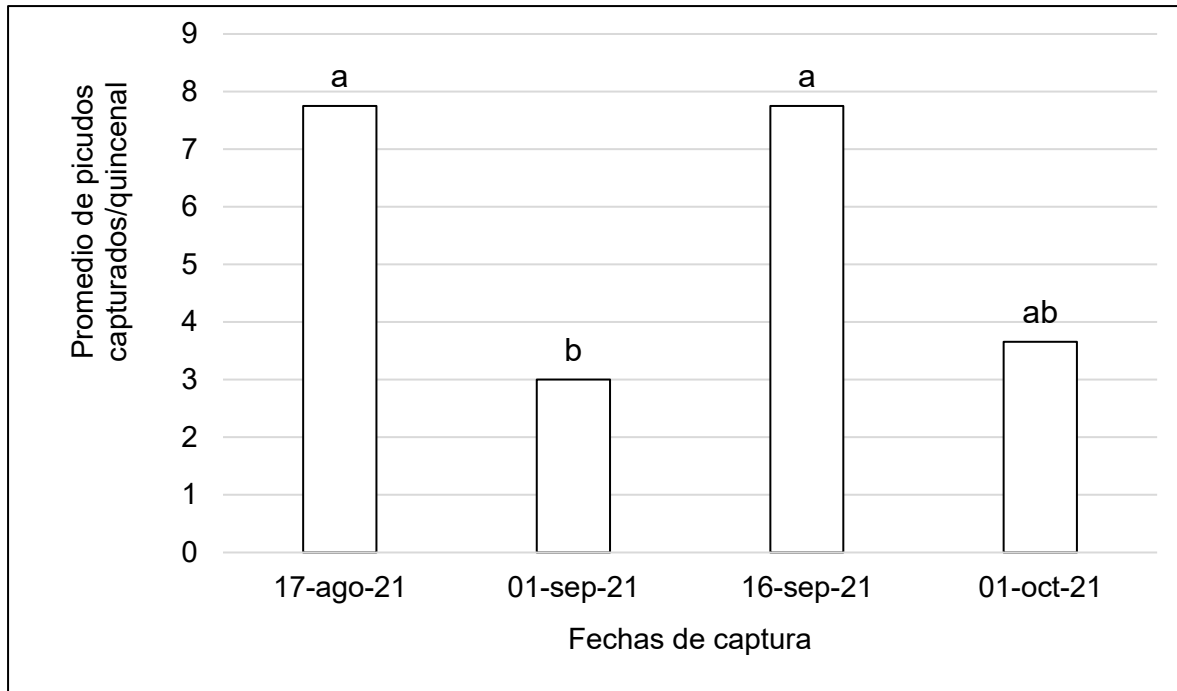


Figura 13. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de agosto-octubre, de ambos tratamientos utilizando trampas sin cebo alimenticio, feromona, y con/Sinergium – sin/Sinergium. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

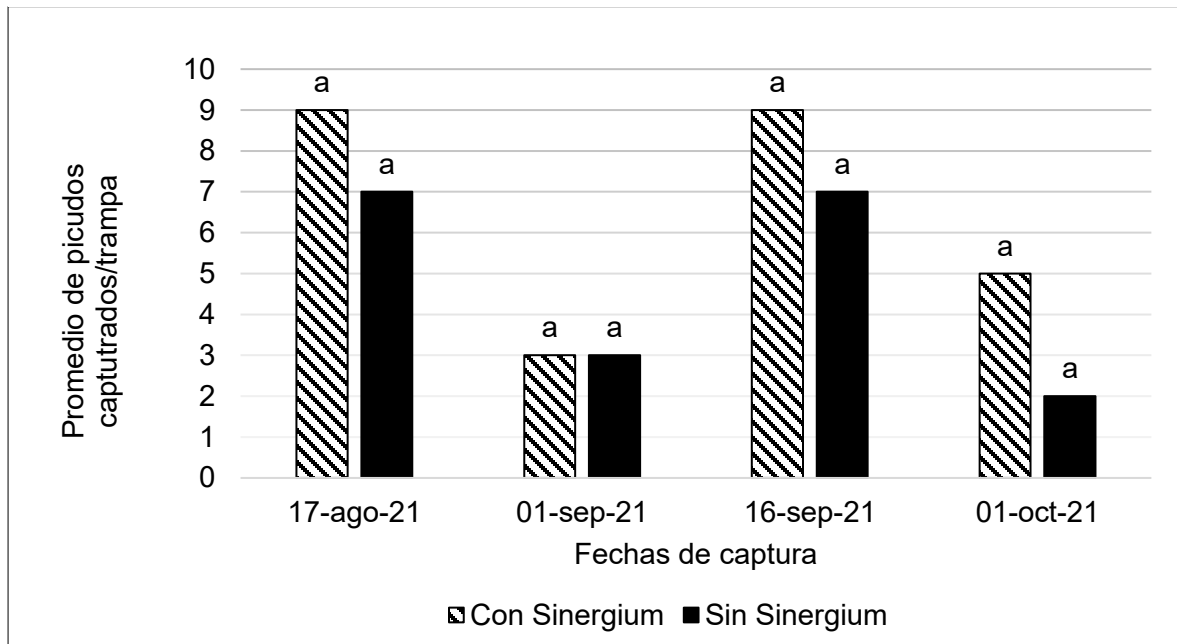


Figura 14. Promedio de picudos en los diferentes tratamientos, utilizando un ANOVA y una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados en ambos tratamientos utilizando trampas con feromona, con/Sinergium – sin/Sinergium, sin cebar. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Para el ensayo uno, correspondientes al experimento dos, donde se evaluaron partes de agave como sinergistas para la captura de *S. acupunctatus*, se realizó una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, donde se determinó que existen diferencias significativas, entre los tratamientos donde se utilizó mezontle y penca a diferencia de la parte del quiote, lo que nos indica que cualquiera de esas dos partes del agave son buena opción como sinergistas vegetales para la atracción de picudos hacia las trampas para su control, al mismo tiempo se observó que hubo una mayor captura de adultos hembras que de machos (Figura 15).

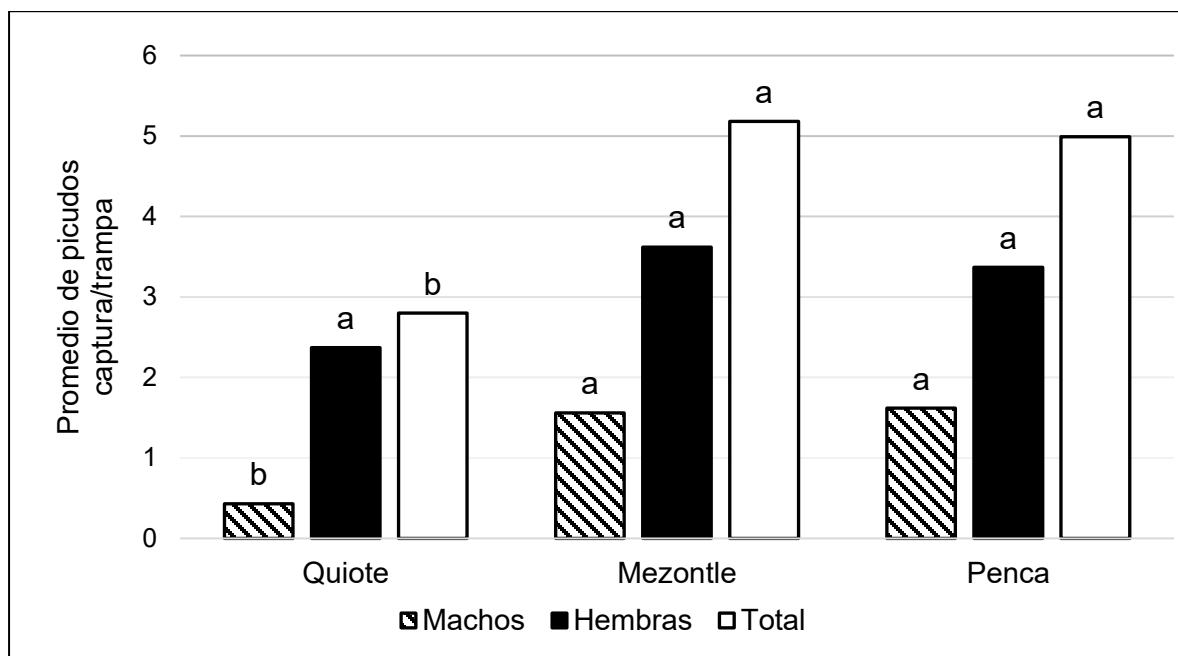


Figura 15. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados con tres diferentes tratamientos, utilizando partes de agave como sinergistas vegetales (quiote, mezontle, penca) en trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Utilizando una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, a las cuatro fechas de captura de los tres tratamientos, se encontró que existe diferencias significativas durante la primera captura, en la primera quincena del mes julio, obteniendo un mayor número de adultos del picudo, disminuyendo considerablemente en las tres fechas restantes (Figura 16). Se utilizó una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa), por fechas entre los tratamientos, observando que estadísticamente no existen diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, en las cuatro fechas el mezontle y la penca fueron los que mayor número de picudos capturaron (Figura 17).

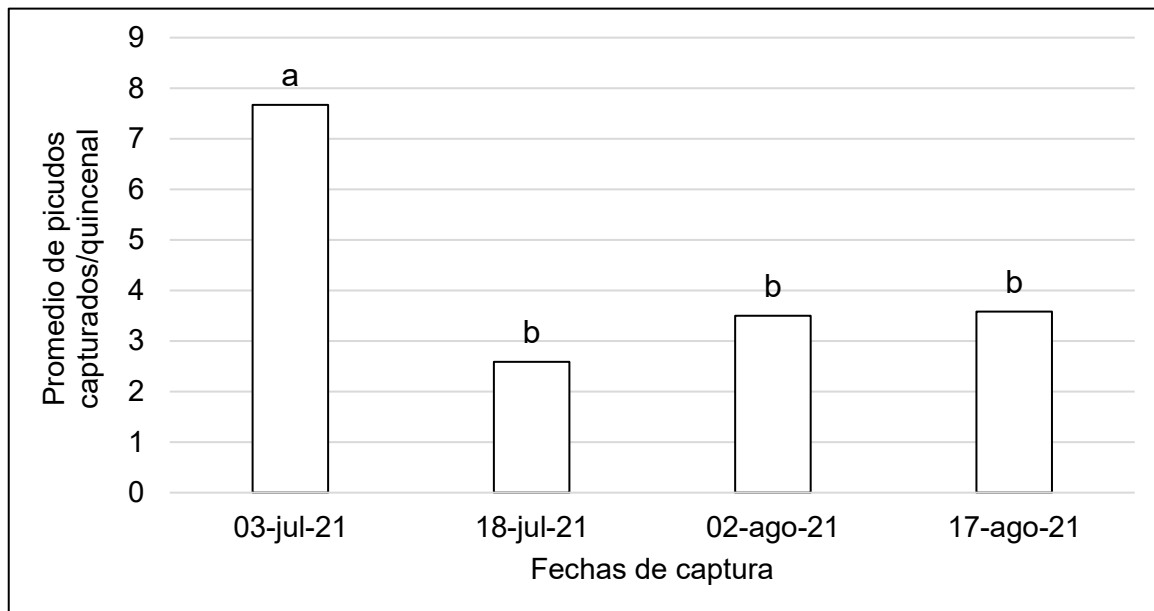


Figura 16. Porcentaje de *S. acupunctatus* capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, de los tres tratamientos utilizando la parte del quiote, mezontle y penca del maguey con trampas (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

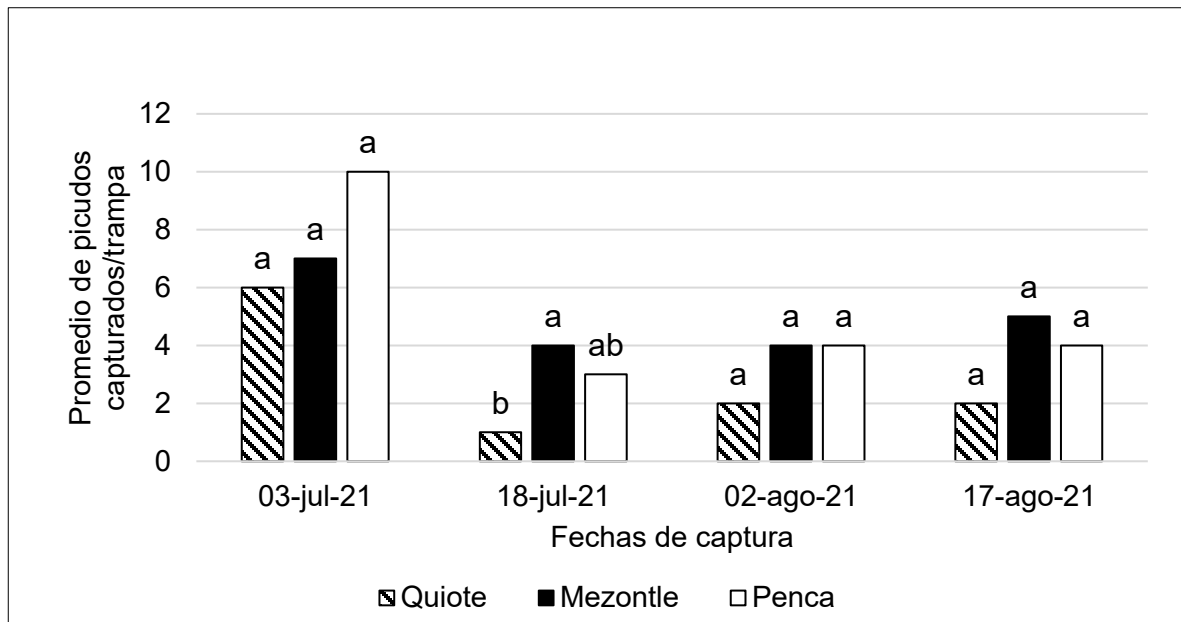


Figura 17. Promedio de picudos, utilizando una prueba de media LSD con un alfa al 0.05, comparando el total de adultos, machos y hembras de picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*) capturados con tres diferentes partes del maguey como sinergistas vegetal. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

En el segundo ensayo, donde se estudió tres diferentes especies de agave para la captura de *S. acupunctatus*, se realizó una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, encontrando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, es decir, cualquier especie de agave utilizada como sinergista para potencializar la feromona en este caso Tequilur, se obtendrá resultados, en cuanto a capturas de adultos de picudos, también se observó una mayor captura de adultos hembras (Figura 18).

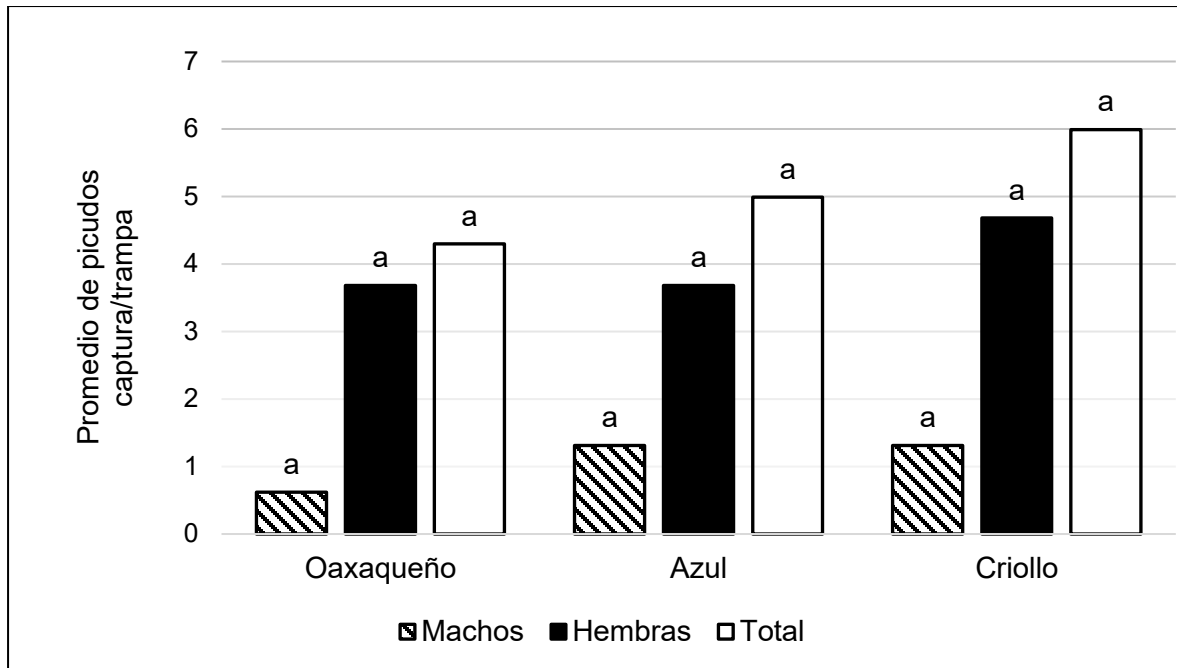


Figura 18. Promedio de *S. acupunctatus*, capturados utilizando como sinergista tres diferentes especies de agave (*A. angustifolia* Haw, *A. Tequilana* weber Var. Azul, *A. espadilla*) con trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

En el caso de las cuatro fechas de captura, al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, entre los tres tratamientos se determinó que durante el lapso de julio-agosto las capturas se comportaron similar, sin haber diferencia significativa (Figura 19). Por otro lado, se hizo una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa), por fechas entre los tratamientos, indicando que no existe diferencias significativas entre tratamientos, debido a que, por lo regular,

en cada fecha por lo menos uno de los tratamientos obtuvo mayor captura, lo mismo sucedió con los dos tratamientos restantes (Figura 20).

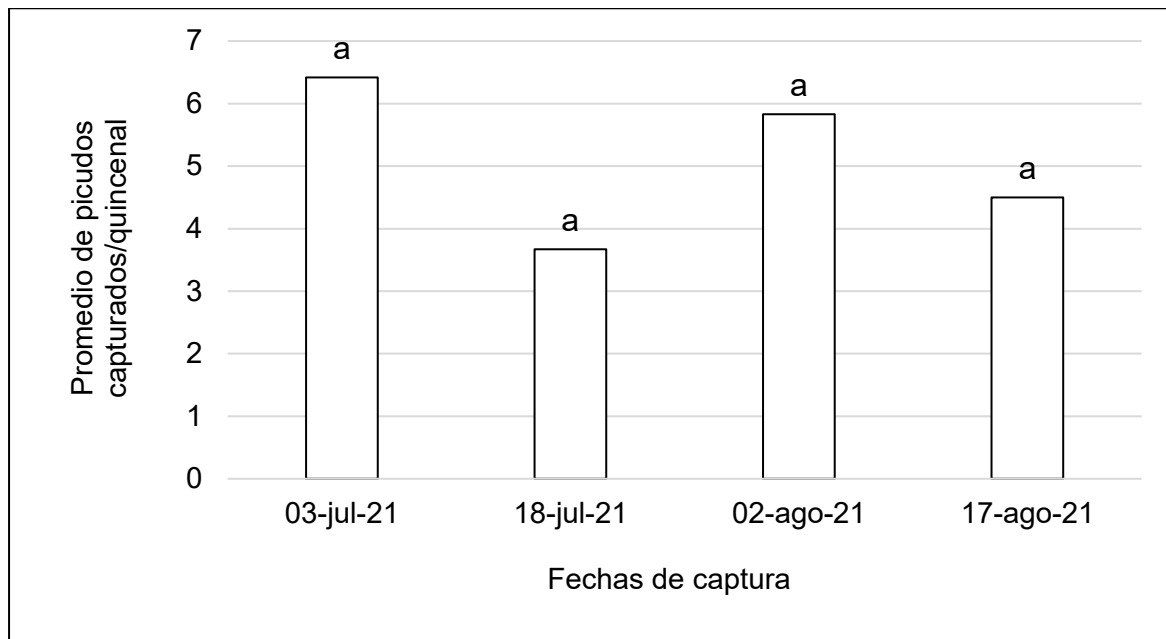


Figura 19. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de julio-agosto, de los tratamientos (*A. angustifolia*, *A. Tequilana*, *A. espadilla*) como sinergistas vegetales dentro de la trampa comercial (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

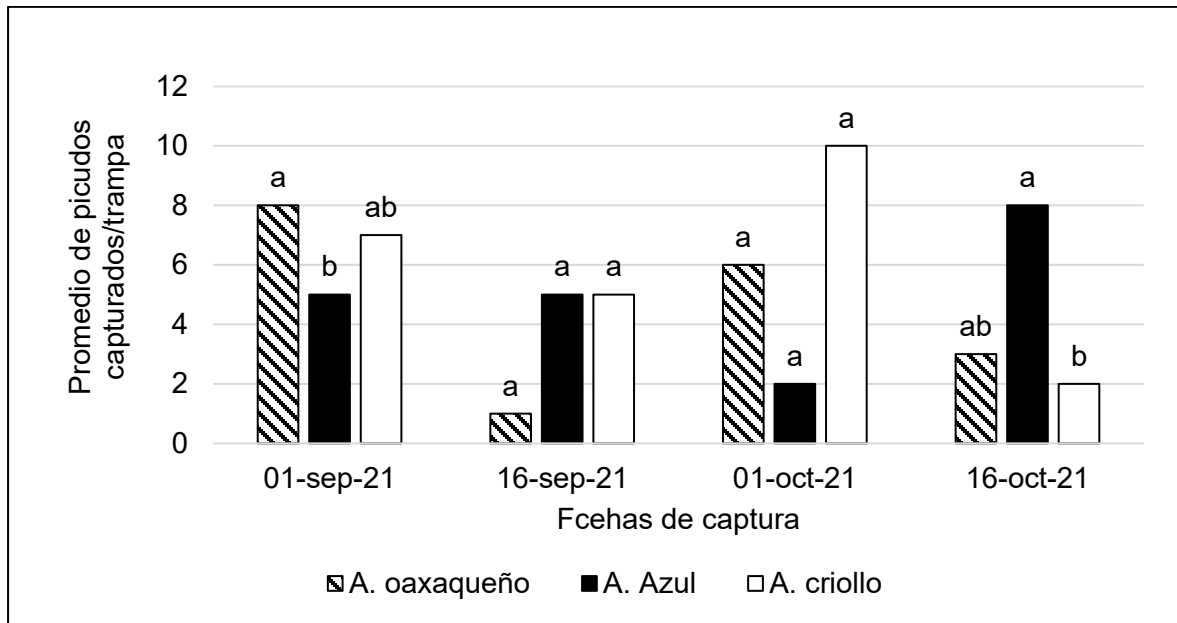


Figura 20. Promedio de *S. acupunctatus* capturados en cada uno de los tratamientos durante las cuatro fechas de captura, con trampas comercial (TOC), cebadas con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Por último, al realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, a los tratamientos se observó que hubo diferencias significativas en cuanto al tratamiento donde se utilizó maguay fermentado con melaza como sinergista, en comparación donde utilizo maguay sin fermentar, es decir fresco, al igual que la guayaba aun siendo esta fermentada con melaza (Figura 21).

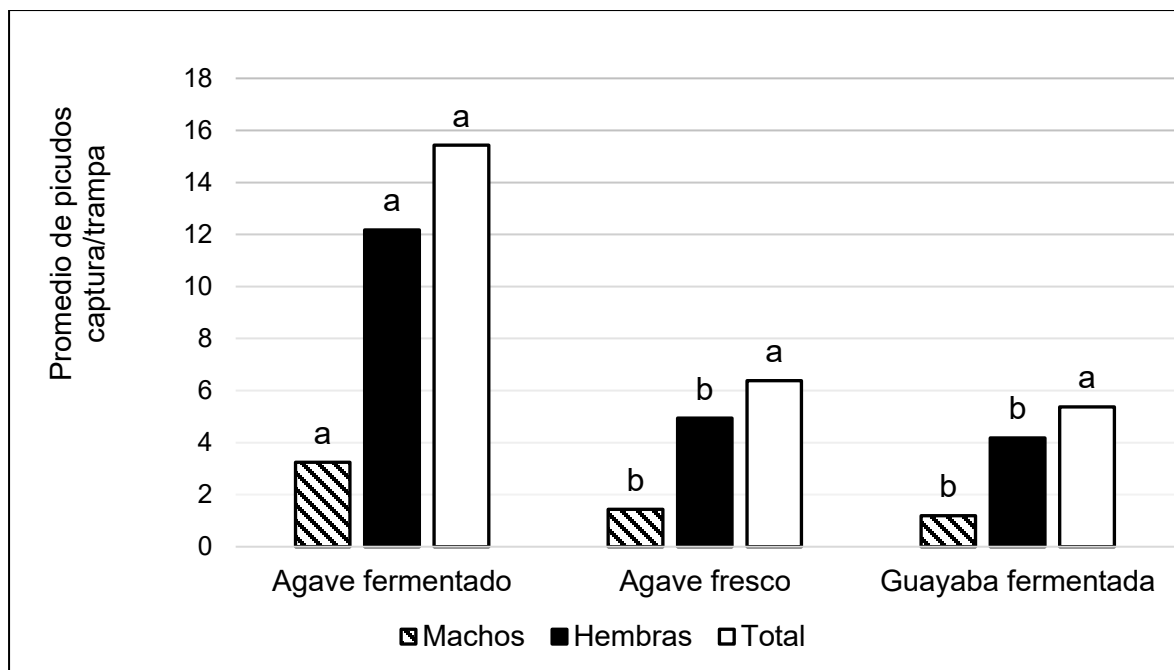


Figura 21. Promedio de picudos capturados, utilizando como sinergista vegetal tejido de (agave fresco, agave fermentado, guayaba fermentada) en trampas comerciales (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Después de realizar una prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, en las cuatro fechas de capturas, se observó que hubo diferencias significativas para la primera fecha de captura en la primera quincena del mes de noviembre, sin embargo, las tres capturas posteriores disminuyeron en cantidad de picudos capturados (Figura 22).

Al mismo tiempo, se hizo una prueba de medias LSD con un alfa 0.05 (Diferencia Mínima Significativa), por fechas entre los tratamientos, donde se determinó que hay diferencias significativas dentro de las tres primeras fechas, teniendo mayor captura de picudos mediante agave fermentado, en comparación a los otros tratamientos (Figura 23).

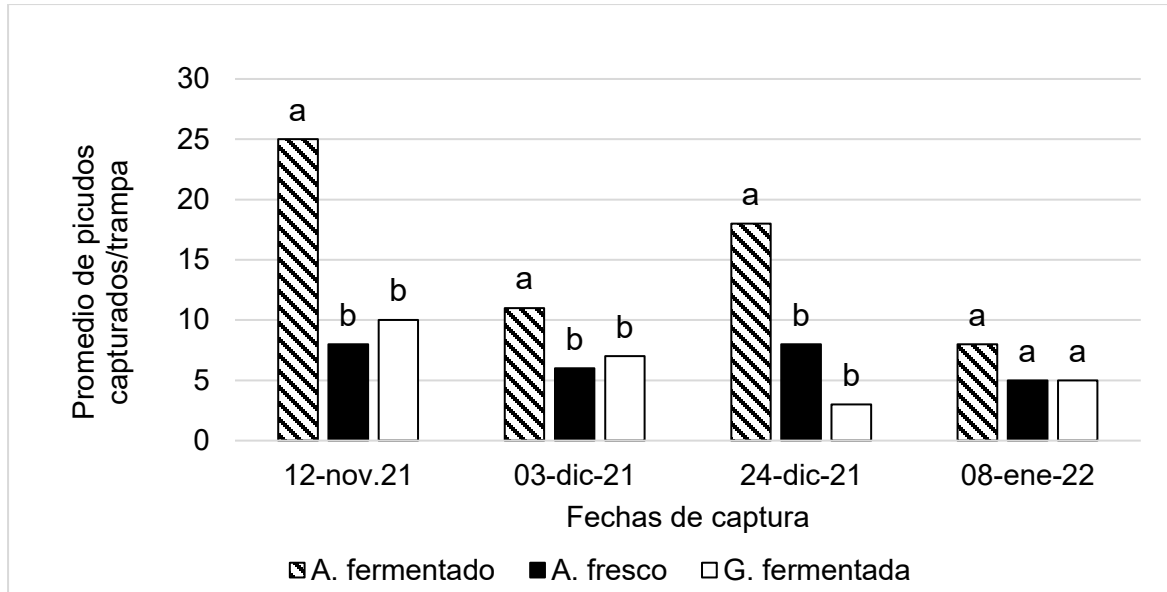


Figura 22. Promedio de adultos de *S. acupunctatus* capturados en cuatro fechas de captura durante el mes de noviembre-diciembre, de los tratamientos (agave fermentado, agave fresco, guayaba fermentada) con trampa comercial (TOC), con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

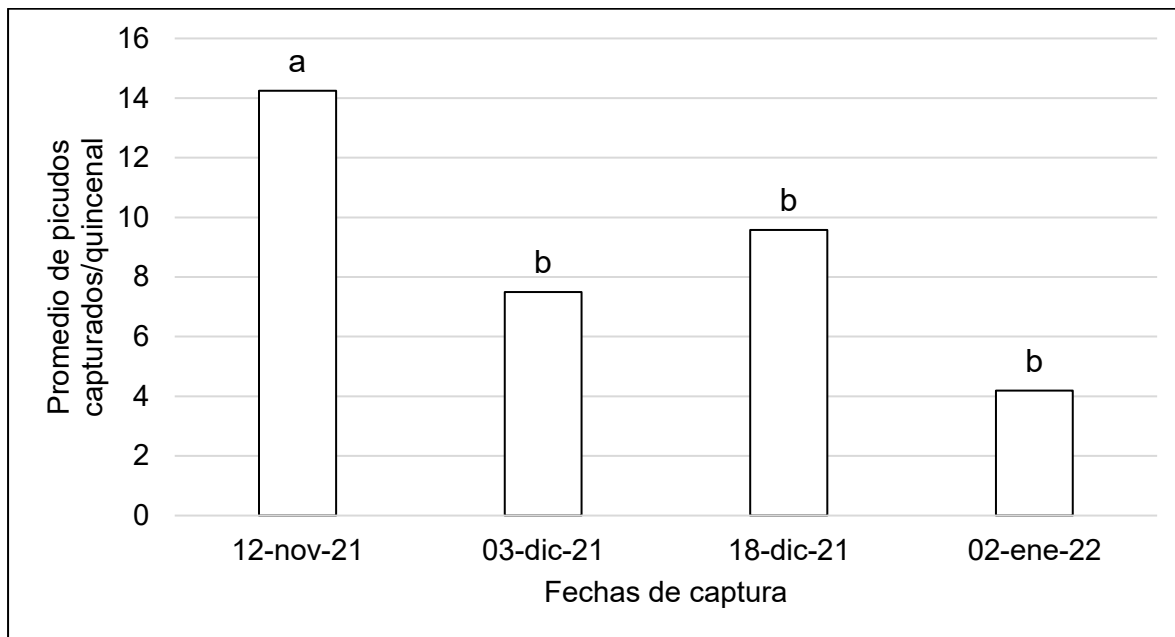


Figura 23. Promedio de *S. acupunctatus* capturados en cada uno de los tratamientos durante las cuatro fechas de captura, con trampas comercial (TOC), cebadas con feromona de agregación. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

El utilizar (Sinergium®) como sustituto de tejido de agave como sinergista natural, estadísticamente no genera mayor captura de *S. acupunctatus*, datos similares a lo reportado por López *et al.*, 2023 en la utilización de (Sinergium®) para la captura de *S. acupunctatus*.

A pesar de ello, se observó que el utilizar (Sinergium®) en conjunto con agave como sinergista vegetal, numéricamente las capturas son considerables, que el utilizarlo sin algún sinergista vegetal, donde el promedio de picudos capturados por trampa fue de (26-6) picudos respectivamente.

Respecto a las tres diferentes especies de agave utilizadas como sinergistas, se determinó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, Cruz *et al.*, 2019, reporto que en la utilización de “maguey espadín criollo”, “maguey espadín oaxaqueño” y “maguey papalote” en conjunto con feromona, no hubo diferencias significativas en cuanto a capturas de *S. acupunctatus*, lo que deja en claro que, cualquier especie de agave a utilizar como sinergista de la feromona se obtendrán capturas similares, siendo estas considerables. Contrario a lo que Ruiz *et al.*, 2017 encontró que al evaluar maguey tequilero, maguey ornamental y maguey pulquero, destaco con mayor captura de *S. acupunctatus* el maguey tequilero como sinergista de la feromona.

El tejido de agave fermentado con melaza en conjunto con la feromona de agregación sintética (Tequilur®), tiene una mayor atracción a comparación que si fuese en fresco o tejido de guayaba de la misma manera fermentado, coincidiendo con Azuara *et al.*, 2014 afirmando que la utilización de atrayentes fermentados con melaza, en este caso agave Tequilero, en combinación con feromona de agregación es más atractiva para *S. acupunctatus*, en el estado de Tamaulipas, México. Coincide con lo reportado por Cruz *et al.*, 2021, en Hidalgo y Michoacán que, al fermentar agave con melaza, en trampas es de mayor atracción para *S. acupunctatus*, siempre y cuando sea en conjunto con feromona.

Por otro lado, en todos los tratamientos se obtuvo mayor captura de picudos hembras que de machos, muy probablemente se deba a la feromona de agregación donde no influye los sinergistas vegetales que se utilizaron en cada uno de ellos, similar a lo que menciona Rodríguez *et al.*, 2012 que al evaluar diferentes proporciones de las cetonas (2-metil-4-heptanona y 2-metil-4-octanona) en trampas, se tuvieron más captura de hembras. Figueroa *et al.*, 2014 reportan que en trampas con feromona hubo una mayor captura de picudos hembras con lo que infiere que muy probablemente al estar expuesto en un entorno con una alta concentración de estos compuestos volátiles, los machos tienden a fatigarse por lo que ya no logran llegar a las trampas.

5.6 CONCLUSIÓN

Se determinó que el uso del sinergista sintético Sinergium, en trampas cebadas con feromona estadísticamente no tiene una mayor atracción sobre *S. acupunctatus*, sin embargo, una nota importante es que, si el Sinergium se utiliza en trampas cebadas con feromona más algún sinergista vegetal, existe mayor atracción hacia los picudos considerablemente. Siendo eficiente este método en plantaciones con una alta densidad de población de *S. acupunctatus*, donde se pretenda bajar estas poblaciones en un corto plazo.

Algunos de los sinergistas vegetales que se recomienda para generar sinergia con la feromona son los utilizados en este trabajo, ya que se encontró que se obtiene buenos resultados sin haber diferencias significativas entre ellos, tales como tejido de *A. Tequilana* weber Var. Azul, *A. angustifolia* Haw, *A. criollo* espadilla, así como la parte del mismo maguey, pudiendo ser la piña (mezontle) y penca (hoja), que fueron los mejores tratamientos.

Ahora bien, realizando una mezcla entre los mejores tratamientos para la captura y control de *S. acupunctatus*, tenemos que utilizar trampas con Sinergium, cebadas con feromona de agregación sintética (Tequilur), más como sinergista vegetal cualquier especie de agave o bien, tejido de la piña o de las pencas, siendo estas previamente fermentadas con melaza.

5.7 LITERATURA CITADA

- Arista C. E., González H. H., Rodríguez D. J. L. y Cibrián T. J. 2023. Incidencia, fluctuación poblacional y porcentaje de severidad de *Scyphophorus acupunctatus* en maguey pulquero en el noreste del estado de México. Revista fitotecnia Mexicana Vol. 46 (2): 157-165. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.157>
- Azuara D. A., Terán V. A. P., Soto S. A., Aguilar P. N. Y. y Martínez B. L. 2014. Evaluación del tipo de trampa, atrayente alimenticio y feromona de agregación en el trampeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal en Tamaulipas, México. Entomotropica 29(1): 1-8
- Ceballos A. A., Chávez D. I. F., Zelaya M. L. X. y Cruz C. C. I., Mercado V. T. J. Y Reséndiz V. Z. 2022. Identificación morfológica de hongos filamentosos aislados de diferentes síntomas asociados a agave tequilero en los altos de Jalisco. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México* Vol. 10 Núm. 1:60-69.
- Ceja R. R., González E. D. R., Ruiz C. J. A., Rendón S. L. A. y Flores G. J. G. 2017. Detección de restricciones en la producción de agave azul (*Agave tequilana* Weber var. azul) mediante percepción remota. *Terra Latinoamericana* 35: 259-268.
- Cruz E. S., Villa G. M., Hernández L. P. y Alaves R. D. 2021. Efecto sinérgico de la feromona, volátiles del hospedero y etanol en la atracción de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal. *Southwestern Entomologist*. 45. 10.3958/059.045.0418. DOI:[10.3958/059.045.0418](https://doi.org/10.3958/059.045.0418).
- Cruz-F. JJ., Figueroa C. P., Alcántara J. J. A., López M. V. y Silva G. F. 2019. Sinergistas vegetales para la captura del adulto de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, en trampas con feromona, en *Agave angustifolia* Haw., en Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 35, 1–9. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502187>

- Cuervo P. J. A., Perez E. V. H., Roldan C. E. I., Morales O. M. A., Hernandez R. A. R. y Romero C. T. 2020. El picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*): vector de plagas y enfermedades. Investigación en la Educación Superior - Hidalgo 2020 © Academia Journals 2020. Libro Electrónico ISBN 978-1-939982-56-8.
- Cuevas L. D., Hernández C. E., Romero R. T., Segura P. H. R., Figueroa Castro. P. y González H. H. 2023. Sinergistas para el trapeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* (Coleóptera: Dryophthoridae) en *Agave angustifolia* (Asparagaceae), en Guerrero, México. Revista Colombiana de Entomología, 49(2), e12547. <https://doi.org/10.25100/socolen.v49i2.12547>
- Figueroa C. P., González H. H., Carrillo S. J., Rojas J. C., Del Real L. J. I. y Solís A. J. 2014. Radio de acción y densidad de trampas cebadas con feromona de agregación sintética para monitoreo del picudo del agave. Entomología Mexicana, 1: 402 – 407.
- Herrera P. L., Juárez S. J. y Ramírez V. B. 2018. El cultivo de *Agave tequilana* Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco. Agro Productividad 6(5).
- Olvera V. L. A., Pardo N. J., Aguilar R. N., Contreras M. D. I. (2022). Detección de *Agave angustifolia* y *Agave cupreata* con técnicas geomáticas en Guerrero, México. 23(2), e2241. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2241
- Ramírez N. 2022. Cultivo sostenible del agave, primordial para el desarrollo económico y cultural de México. Noticias NEO recuperado de : <https://www.revistaneoe.com/articles/2022/04/26/cultivo-sostenible-del-agave-primordial-para-el-desarrollo-economico-y-cultural>
- Rodríguez R. H., Rojas J. C., González H. H., Ortega A. L. D., Equihua M. A., Del Real-L. J. I. y López C. J. 2012. Evaluación de un cebo feromonal para la captura del picudo del agave

(Coleóptera: Curculionidae). Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 28(1):73-85.

<https://doi.org/10.21829/azm.2012.281817>

Ruiz M. C., Ramón D. C. I., Domínguez R. L., Ainsa Z. R. y Mendoza L. M. R. 2017. “Efecto de la Trampa y Atrayente sobre *Scyphophorus acupunctatus* en Agave”. Southwestern Entomologist 42(1):237-247. <http://doi.org/10.3958/059.042.0121>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria). 2017. Guía para el cultivo orgánico de agave tequilana weber variedad azul con denominación de origen. Dirección de inocuidad agroalimentaria, acuícola y pesquera.

Torres G. I., Rendón S. F J., Blancas, J., Casas, A. y Moreno C. A. 2019. El Genero Agave en los Sistemas. Ciencias Botánicas 97 (3): 263-290. 2019. DOI:10.17129/botsoci.2202

Valencia S. K., Rojas R. M. M., Alvarado L. E. y Duana A. D. 2020 Innovación agroindustrial del agave (*Agave tequilana* Weber var. azul): valoración financiera para la obtención de inulina. Agroproductividad: Vol. 13. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1632>

VI. CAPÍTULO 3. COMPETITIVIDAD DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE AGAVE EN LA COMUNIDAD DE QUETZALAPA Y COAHUILOTLA, GUERRERO, MÉXICO.

6.1 RESUMEN

El agave es un cultivo de importancia económica, social y cultural para los pueblos por sus múltiples usos alimenticios, agrícolas, ornato, fibras, abonos, medicinal, entre otros. La producción de agave es importante para el sector rural principalmente por sus múltiples usos que le dan, por ello es importante analizar las características económicas, productivas y sociales de dichos productores, así como explicar y determinar su competitividad. Se entrevistó a 32 productores de agave cooperantes de las comunidades de Quetzalapa (22) y Coahuilotla (10). El nivel de competitividad de las unidades de producción se determinó con características: productivas, buenas prácticas agrícolas, infraestructura y equipo, tecnología e información, vínculos de colaboración y calidad. La información se concentró en hojas de Excel y para su análisis se utilizó baremos para determinar los niveles de competitividad y estadística descriptiva para la descripción de las características de los productores. Los productores de agave tienen en promedio 57 años de edad con nivel educativo de primaria, siembran en promedio 4 ha, la superficie es privada en su mayoría, se determinó que los productores son semicompetitivos ya que el 47% tienen un nivel alto de productividad, el 94% cuentan con equipo básico, el 53% tiene nivel medio respecto a los vínculos de colaboración, en tecnología e información se ubican en nivel medio, sin embargo no cuentan con un paquete tecnológico, no llevan a cabo Buenas Prácticas Agrícolas y únicamente el 22% tiene alta calidad en las piñas.

Palabras clave: agave, maguey, estudio socioeconómico, producción, mezcal, manejo agronómico, FODA.

6.2 INTRODUCCIÓN

El género *Agave* es endémico de América, con alrededor de 200 especies, de las cuales 150 se encuentran distribuidos en el territorio mexicano (García-Mendoza, 2007), mejor conocido como maguey, además de tener valor agroecológico debido a que es una de las plantas que contribuye a disminuir la erosión de los suelos, cuenta con un valor ambiental importante debido a la alta variabilidad genética que presenta esta especie, lo que le permite tener una gran asociación con otras especies (Olvera *et al.*, 2022). México cuenta con el 75% del total de especies existentes en el mundo, considerándose el centro de origen de la familia agavacea (Cervantes, 2002; Pérez *et al.*, 2016).

El género *Agave*, se ha utilizado desde hace siglos, ya que posee algunos beneficios, así como productos que para algunos pueblos indígenas (mestizos) de Mesoamérica es de suma importancia económica y cultural (García-Mendoza, 2007; Barrientos *et al.*, 2020). Tal es el caso de algunas especies propias para la producción de tequila, así como de mezcal (Escamilla-Treviño, 2012; Zúñiga *et al.*, 2018). Gracias a esta producción se genera empleos, siendo de gran ayuda para los hogares agrícolas, permitiendo obtener una fuente de ingresos (Hernández *et al.*, 2022).

Sin embargo, la producción de agave se ha visto afectada por diversos factores, como es el caso del incremento en plagas y enfermedades, siendo el picudo (*Scyphophorus acupunctatus*) una de las principales plagas que afectan a este cultivo, los productores en su gran mayoría no cuentan con prácticas de manejo adecuado para su control, propiciando una serie de problemas en su producción, reduciendo su competitividad, al aumentar los costos para su control y una disminución de la calidad y disponibilidad del agave (Durán y Mora, 2004; Durán *et al.*, 2018).

La competitividad se define como un constante desarrollo interno de ciertas fortalezas, lo que

conlleva aumentar los rendimientos teniendo un crecimiento en el porcentaje de sus ventas (Ortiz *et al.*, 2019), lo que permite a una empresa acoplarse a las nuevas exigencias de los clientes, ofreciendo continuamente servicios y productos competitivos dentro del mercado (Mathews, 2009). Un estudio realizado en la región del Papaloapan, Oaxaca en el cultivo de limón donde se midió la competitividad, con base en criterios como: asistencia técnica, aplicación de paquetes tecnológicos, capacitación de personal de campo, conocimiento de estándares (nacionales e internacionales) aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de buenas prácticas de manufactura (BPM), madurez comercial del fruto y producción forzada, así como adopción de algunas innovaciones resultando que la competitividad está determinada por la capacidad de posicionamiento y el conocimiento del mercado (López *et al.*, 2019), en este mismo sentido la competitividad de las empresas de Uruapan, Michoacán, exportadoras de aguacate a los Estados Unidos de América está determinada principalmente por las variables de calidad, canales de distribución, precio de venta, capacitación y tecnología (Bonales y Silva, 2003). Para las empresas agropecuarias de la región del Soconusco, Chiapas lo que determina la competitividad es la calidad, precio, innovación, certificaciones y canales de distribución, donde calidad se evaluó como buena y muy buena, precio regular, innovación buena y excelente, certificación deficiente y conocimiento de bueno a excelente de sus canales de distribución (Leal-López *et al.*, 2021). Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar las características productivas, económicas, sociales y determinar la competitividad de las unidades productoras de agave en la comunidad de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero.

6.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó y aplicó un cuestionario a los productores de agave cooperantes de las comunidades de Quetzalapa (22 encuestados) y Coahuilotla (10 encuestados), donde se abarcó variables sociales, económicas y productivas (Malagón y Prager, 2001). Quetzalapa se ubica en las coordenadas 18°29'07" de latitud norte y 99°28'23" de longitud oeste, a 920 m.s.n.m y Coahuilotla en las coordenadas: 18°30'27" de latitud norte y 99°11'58" de longitud oeste, a 1,100 m.s.n.m.

Con base en la metodología de Baca (2010), se registraron y determinaron los costos de producción que incluyeron los insumos y la mano de obra requerida en cada una de las actividades desde la siembra, fertilización, podas, control de plagas y enfermedades y cosecha. Asimismo, se determinó los costos de elaboración de trampas (control etológico), que consistieron en una trampa comercial TOC (trampa con orificios), trampa PET (polietileno tereftalato) y la trampa bijícara (elaborada a base de dos jícaras de uso doméstico), para cada experimento se modificó el sinergista vegetal de acuerdo al experimento en evaluación, así como la utilización o no del sinergista sintético comercial (Sinergium[®]).

Para el concentrado de la información de los cuestionarios se usó una hoja de cálculo de Excel (2016) y para el análisis estadístico se emplearon baremos para determinar los niveles en función de los ítems de la competitividad, determinando tres niveles para cada aspecto evaluado de la misma, donde el nivel bajo representó un pobre desarrollo y un nivel alto un crecimiento de la variable en estudio, se usó también estadística descriptiva para la información social y económica, para esto se usó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Versión 21. Los aspectos que se incluyeron en la evaluación de la competitividad fueron cuestiones productivas con cuatro ítems, buenas prácticas agrícolas con 17 ítems, infraestructura y equipo con cuatro ítems, vínculos de colaboración con siete ítems, calidad con tres ítems y tecnología e información con cuatro ítems siguiendo las metodologías de Rojas y Sepúlveda (1999), Solleiro y

Castañón (2005), Bourgeois (2005) Arriagada y González (2012), Padilla (2006), Zamora *et al.* (2008), Infante *et al.* (2010) y Abdel y Romo (2004), quienes señalan que la competitividad es un término complejo y tiene diferentes enfoques según la disciplina que se estudie pero, que es necesaria para la participación de una empresa en el mercado; para estudiarla se compone de diferentes variables según el tipo de empresa, algunas de estas variables son rentabilidad, participación y acceso a mercados, infraestructura, productividad, posición competitiva, vinculación con proveedores y clientes, políticas de gobierno, mano de obra calificada, tecnología, innovación, capacidades directivas, recursos financieros, investigación, entre otras.

6.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la competitividad se determinó como un nivel medio en los productores ya que cuentan con una producción promedio de 3,000 piñas por hectárea, menor en comparación con los productores de agave de la sierra de Amula, Jalisco que va desde 2,222 a 4,167 plantas ha⁻¹ (Moreno-Hernández *et al.*, 2011). Pero mayor que los productores de Yautepec, Oaxaca donde la siembra se realiza en laderas y con densidades de 2,200 plantas ha⁻¹ (Bautista *et al.*, 2008). El 64% de productores cosechan de 60 a 70 % de piñas (cabezas) de primera calidad. El 92% de la producción de piñas se destina a la producción de mezcal y el resto les venden a fábricas de jarabes y otros edulcorantes, etc., en comparación con productores del Distrito de Miahuatlán, Oaxaca donde solamente 70% del agave se utiliza para la destilación del mezcal (Cuevas *et al.*, 2019). Asimismo, en Guanajuato los productores dedican el 24 % de las piñas para la elaboración de mezcal (Sandoval-Barrera, 2016). Con respecto al equipo de trabajo, todos los productores poseen herramientas manuales para las actividades del proceso productivo como son: pala, machete, pico, coa, barreta y aspersora manual, por mencionar algunos, el 53% de los productores cuentan con vehículos motorizados propios para llevar a cabo sus actividades con mayor facilidad y transportar insumos, equipo de trabajo, personal y producción. Además, el 72% cuentan de (1 a 3) animales de carga, lo que les permite facilitar la movilización de las piñas provenientes de cultivos establecidos en parcelas de difícil acceso, donde en ocasiones los vehículos tienen acceso restringido por las dimensiones o malas condiciones de los caminos, lo que obliga a que algunos productores de agave utilicen animales de carga como fuerza de tracción para sus actividades agrícolas (Ríos *et al.*, 2022).

Respecto al establecimiento del cultivo, los productores no utilizan planta certificada al momento de establecer una nueva plantación, ya que obtienen los hijuelos de sus mismas plantaciones ya establecidas. Mientras que, los productores que inician con las primeras plantaciones de este

cultivo suelen comprar hijuelos a los productores dentro de las mismas comunidades. Al mismo tiempo, no utilizan algún paquete tecnológico durante el ciclo vegetativo del agave y no llevan a cabo algún programa de Buenas Prácticas Agrícolas, debido a que la mayoría desconocen en qué consisten, así como los beneficios y ventajas que estas conllevan, como puede ser una certificación de su producción y poder ampliar su mercado, al mismo tiempo proporcionar un aumento del bienestar rural (Rijsbergen *et al.*, 2016; Becerril, 2018). Lo anterior tiene relación con todo el proceso productivo que, en general es artesanal, tal como y como lo realizan los productores en otras comunidades Guerrero y Oaxaca (López *et al.*, 2019).

En términos de productividad, 47% de los productores se ubica en nivel alto y 53% en productividad media debido a que cuentan con una producción promedio de piñas por hectárea de 3000, lo que en rendimiento equivale a 90 tha^{-1} , superior a la media nacional de 85 tha^{-1} (SIAP, 2016; García, 2017) dicha producción la obtienen en una superficie promedio de 5 ha., donde al realizar la conversión a mezcal tiene un precio de venta de \$150 hasta \$200 por litro. El 50% de los productores encuestados realizan fertilización química, con sulfato de amonio, fosfato diamónico (DAP), urea, y cañero (mezcla de urea o sulfato de amonio, fosfato diamónico, cloruro de potasio u otros), esto para realizar el aporte nutricional del cultivo de agave como lo hace la mayoría de productores (98%) de agave en Tequila, Jalisco (Herrera *et al.*, 2018). Por otro lado, la mayoría de los productores entrevistados en este estudio también realizan el control químico de malezas, plagas y enfermedades, en este sentido, para plagas y enfermedades los productos comerciales más frecuentes son: productos genéricos con el mismo ingrediente activo del lorsban[®], debido a que este ya fue sacado del mercado, counter[®] y foley[®], mientras que para malezas usan productos derivados del glifosato, por lo que el método químico es una práctica comúnmente utilizada por los productores de agave en lugares donde se cultiva esta especie (Hernández *et al.*, 2022). Únicamente el 25% de productores realizan podas de mantenimiento al maguey después

del tercer año de la plantación con la finalidad de retirar parte de las espinas que dificultan el acceso y el manejo del cultivo.

Con respecto a las Buenas Prácticas Agrícolas, todos los productores se ubica en nivel bajo debido a que el personal de trabajo recibe capacitaciones, no las conocen en su totalidad y/o no tienen un programa establecido para llevar a cabo estas prácticas, ya que no constan o solo parcialmente de instalaciones, herramientas y servicios adecuados para realizar sus actividades, al mismo tiempo que existe un uso inadecuado de agroquímicos y manejo de residuos o envases, asimismo, no todos los productos que se aplican son autorizados por la SADER, difícilmente mantienen un registro de aplicaciones y las frecuencias, aunado a que el personal no respeta las dosis recomendadas, ni los intervalos de aplicación y no tienen el equipo de protección para realizar dichas operaciones . Por otro lado, únicamente el 50% de los productores cuentan con bodegas adaptadas para el almacenamiento de agroquímicos con adecuada ventilación. Lo anterior es similar a lo que sucede en otros cultivos, debido a que los productores no realizan actividades enfocadas a la mejora de las mismas, lo que finalmente afecta la calidad, rentabilidad y la comercialización de la producción (León, 2015). En el mismo contexto, Guzmán (2016) menciona que solo 32% de las casas comerciales de agroquímicos y de distribuidores proporcionan explican a los productores el uso correcto de los agroquímicos, el resto mencionó que no lo hacen debido a que algunos productos se venden en grandes cantidades y son utilizados año con año, por ende, los productores ya manejan cierta información.

Respecto a la infraestructura y equipo, 94% de los productores entrevistados considera que cuenta al menos con equipo básico como machete, barreta, aspersora manual, coa, hacha, etcétera, además de vehículos y animales de carga para realizar sus actividades. Sin embargo, carecen de equipos motorizados como aspersora de motor, para asperjar con mayor facilidad el cultivo, motosierra para abrir veredas para sacar cosechas de parcelas con difícil acceso, caso contrario sucede con los

productores de mezcal en Oaxaca, quienes cuentan con maquinaria motorizada para agilizar el proceso de martajado de las piñas cocidas (Ríos *et al.*, 2022).

En lo que refiere a los vínculos de colaboración, 53% de los productores se ubicó en nivel medio y 47% tiene bajos vínculos de colaboración, debido a que son escasos los productores que se vinculan con la Asociación de la Región Mezcalera de Huitzucó, esto provoca que los productores no tengan información de los apoyos productivos ni de otros beneficios derivados de una organización productiva (Espinoza, 2006). De manera que los productores acuden a ingenieros agrónomos independientes o compañeros de trabajo para alguna asesoría o capacitación, al mismo tiempo que no reciben ningún tipo de apoyo de gobierno para fines productivos del campo, ni de instituciones educativas y/o de investigación para el manejo productivo del cultivo, debido precisamente a la falta de organización entre productores y de esa manera gestionar proyectos y recursos económicos, contrario a lo que sucede con productores de agave en Morelos, quienes al integrarse como organización han recibido algún apoyo como hijuelos de agave, asesoría técnica o algunos productos orgánicos (Ángeles, 2019 y González, 2023)

El 22% de los productores tiene alta calidad de su producto ya que realizan el proceso de destilación de manera artesanal, haciendo selección de piñas dañadas por *Scyphophorus acupunctatus* u otra plaga. Cuando las piñas presentan daños, son desechadas porque dejan de ser útiles para la elaboración del mezcal porque puede provocar un sabor desagradable; asimismo, el 78% de los productores se ubica en término medio, pues a pesar de hacer una selección de la piña la calidad del mezcal es diferente en características organolépticas probablemente por alteración en el proceso de cocción o destilación. El 65% de las piñas producidas se consideran de primera calidad, afirmando que para el corte tienen una selección adecuada de plantas con “quiote” (aparición del escapo floral), con penca llena, o plantas que ya hayan sido desquiotadas con anterioridad, en algunas ocasiones que tengan alta concentración de sólidos solubles totales

(grados brix). En el caso de productores de maguey pulquero en Puebla y Tlaxcala, México, suelen identificar los magueyes fisiológicamente maduros para extraer el aguamiel, mediante el adelgazamiento del meyolote (cogollo del maguey) (Duarte *et al.*, 2018).

Respecto al uso de tecnología e información, todos los productores se ubican en nivel medio ya que cuentan con telefonía celular, lo que les permite comunicación con sus proveedores, clientes y con otros productores, al mismo tiempo que se apoyan para actualizarse en precios, pero carecen de información comercial como puntos de venta nacional e internacional, mercados potenciales, manejo de las tecnologías de la información, información para certificación, información técnica sobre prevención y control de plagas, nutrición del cultivo de agave, manejo de malezas y podas, entre otras. Sin embargo, el total de productores desconocen de la existencia de apoyos para el cultivo del agave por parte del gobierno federal o estatal. Además, 78% de los productores ignora otros usos que se le puede dar a las piñas de agave, dejando de lado otras formas de aprovechamiento.

6.4.1 Características socio económicas de los productores de agave

Los productores de agave tienen en promedio 57 años de edad, esta coincide con la edad de los productores de agave en el estado de Oaxaca con un rango de 50 a 59 años (Hernández *et al.*, 2022). Cuevas (2019) mencionó productores de agave en el Distrito de Miahuatlán con 52 años de edad. El 81% son hombres y 19% mujeres, en este sentido, las mujeres tienen un papel importante en el sistema de producción de agave al ser las encargadas de la comercialización del mezcal desde casa (Flores *et al.*, 2022), además que la producción de agave es considerada una actividad familiar (García *et al.* 2018).

El 47% de los productores tienen estudios de primaria, similar al mayor nivel de estudios (primaria) de productores de agave en Oaxaca, (Hernández *et al.*, (2022), el nivel educativo es un

factor que repercute en la comprensión y adopción de nuevas tecnologías para la producción de agave (Borja-Bravo *et al.*, 2016; Cuevas *et al.*, 2019). 78% de los productores tienen vivienda propia, situación que es común en el sector rural (Jácome *et al.*, 2020).

El 100% de productores no hablan lengua indígena, contrario a los pequeños productores de Matatlán, Oaxaca, donde predomina el zapoteco (Bautista *et al.*, 2008); mientras que, 63% de los productores se dedican exclusivamente al cultivo de agave, lo que difiere con los productores de *Agave tequilana*, quienes diversifican sus actividades económicas y solo 36% se enfocan totalmente al cultivo de agave (Sánchez, 2016).

En cuanto a servicios de salud, 69% de los entrevistados mencionaron tener servicio médico, similar a lo que mencionan Jácome *et al.*, (2020) para productores agrícolas y pecuarios pertenecientes al municipio de El Tingo la Esperanza, Ecuador donde el 57% tienen este derecho. La propiedad privada es la predominante (83%), mientras que el resto de los productores rentan parcela para el establecimiento de las plantaciones de agave, tal y como lo realiza el 50% de los productores de agave en Tequila, Jalisco (Sánchez, 2016). En el mismo contexto, en Oaxaca existen productores de mezcal que rentan parcelas durante dos años a productores de agave para extraer las piñas para la elaboración de mezcal, una vez finalizado el corte las parcelas son entregadas, esto lo hacen con el objetivo de disminuir gastos de producción (Hernández *et al.* 2022). Sin embargo, en la presente investigación un bajo porcentaje de productores de agave practica este método de trabajo, así como un bajo porcentaje de productores tienden a vender las plantas de maguey a la industria e intermediarios un precio de \$6.00.00 MXN. por kg.

En cuanto a la comercialización, el 8% de los productores venden la piña a intermediarios y el 92% las usa para producir mezcal, a un precio de \$200.00 MXN. por litro. Dicho producto se comercializa mayormente a granel dentro de las mismas comunidades y en algunos casos en mercados regionales o cercanos. No obstante, el precio de venta es alto con respecto a los precios

de destilados de agave comercializados por productores en Durango que oscila de \$30.00 a \$70.00 MXN (Barraza *et al.*, 2014).

6.5 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción (Cuadro 4) indicaron que el valor promedio por la renta de la parcela es de \$3,000.00 MXN anuales, mientras que activades como el subsuelo, barbecho y rastreo y la compra de hijuelos implica una inversión de \$60,000.00 MXN, en este sentido, algunos productores realizan un tratamiento fitosanitario a los hijuelos antes del trasplante, con la finalidad de prevenir y controlar plagas y enfermedades, realizar una aplicación de un fungicida, insecticida y algún enraizador, teniendo un costo aproximado de \$1000.00 MXN. En ocasiones para la siembra se realiza un trazo, sin embargo, en algunos terrenos no lo permite, lo que lleva a realizar una siembra directa con un costo de \$3,750.00 MXN por ha.

Cuadro 4. Costos de establecimiento para el cultivo de maguey para una hectárea, de acuerdo a datos aportados por agaveros de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario MXN \$	Monto MXN \$	Monto total MXN \$
Renta de parcela	ha	1	3,000	3,000	18,000
Subsuelo	ha	1	2,000	2,000	2,000
Barbecho	ha	1	2,000	2,000	2,000
Rastreo	ha	1	2,000	2,000	2,000
Hijuelos	hijuelos	3,000	20	60,000	60,000
Preparación de hijuelos	jornales	2	250	500	500
Preparación de hijuelos	agroquímicos	3	300	900	900
Trazo y siembra	jornales	15	250	3,750	3,750
Siembra	jornales	15	250	3,750	3,750
Total					92,000

En cuanto a los costos de mantenimiento (Cuadro 5), relacionado con las actividades durante todo el año por los 6 años que dura el cultivo de maguey hasta la cosecha, estas actividades consisten en la aplicación de algunos insumos químicos como Counter[®], Foley rey[®], Malatión[®], entre otros para el control de plagas y enfermedades, para el caso de las malezas se aplican herbicidas como Heat[®], Hierbamina[®], Finale[®], Faena[®], entre otros, cabe mencionar que estas aplicaciones solo se

realizan durante la temporada de lluvias, en ocasiones por una mala aplicación o por negligencia de los trabajadores se realizan hasta dos aplicaciones para control de malezas en el mismo ciclo, lo que incrementa los costos de mantenimiento, en promedio el costo de mantenimiento durante todo su ciclo es de \$45,960.00 MXN por ha.

Cuadro 5. Labores de mantenimiento anuales por hectárea para el cultivo de maguey durante su ciclo productivo.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario MXN \$	Monto MXN \$	Monto total MXN \$
Control de plagas y enfermedades					
Counter	kilogramos	1	500	500	3,000
Cal	bulto	1	120	120	720
Foley	kilogramos	2	80	160	960
Malathion	litro	1	250	250	1,500
Mano de obra	jornales	3	250	750	4,500
Control de malezas					
Heat	Sobre o tarro	1	500	500	3,000
Faena	litro	6	300	1,800	10,800
Hierbamina	litro	1	130	130	780
Chaponear	jornales	3	250	750	4,500
Finale	litro	2	600	1,200	7,200
Mano de obra	jornales	6	250	1,500	9,000
Total					45,960

Respecto a la fertilización (Cuadro 6) aproximadamente 50% de los productores realizan la fertilización edáfica y/o vía foliar anualmente, las fuentes utilizadas son: el sulfato de amonio, urea, fosfato diamónico y algunas mezclas elaboradas como el cañero, este último consiste en una mezcla elaborada a base de urea o sulfato de amonio fosfato diamónico, cloruro de potasio u otros, varía según la fórmula del cañero algunas contienen azufre y magnesio, etc., como fertilización edáfica, por otro lado, realizan aplicaciones foliares con algunos insumos con microelementos al mismo tiempo que funcionan como reguladores de crecimiento, como son Bayfolan® y Biozyme®, el realizar estas aplicaciones conlleva de un costo estimado de \$32,700 MXN durante todo el ciclo del cultivo (6 a 7 años).

Cuadro 6. Fertilización edáfica y foliar por hectárea para el cultivo de maguey llevada a cabo anualmente durante los 6 años de cultivo.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario MXN \$	Monto MXN \$	Monto total MXN \$
Edáfica					
Fosfato diamónico	bulto	2	700	1,400	8,400
Cañero	bulto	4	330	1,320	7,920
Urea	bulto	2	550	1,100	6,600
Mano de obra	jornales	2	250	500	3,000
Foliar					
Biozyme	litro	1	350	350	2,100
Bayfolan	litro	2	140	280	1,680
Mano de obra	jornales	2	250	500	3,000
Total					32,700

La cosecha (Cuadro 7) se realiza manualmente utilizando la coa, para cosechar una hectárea se requiere mano de obra para las diversas actividades como el corte del maguey, y el jimado.

Cuadro 7. Costos de cosecha por hectárea del cultivo de maguey.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario MXN \$	Monto MXN \$	Monto total MXN \$
Cosecha (destronque y jimado)	jornales	90	600	54,000	54,000
Acarreo y amontonamiento de piñas	jornales	30	400	12,000	12,000
Proceso de transformación (mezcal)	ton	90	*6,000	540,000	540,000
Total					606,000

*: Costo aproximado para transformar una tonelada de maguey a mezcal, comprendiendo el proceso desde jima hasta tener el producto para su comercialización, sin tener en cuenta el envasado.

6.6 RENDIMIENTO

Con una densidad de siembra promedio de 3,000 plantas de maguey por hectárea se obtiene un rendimiento de 90 t ha⁻¹ de agave, de donde se requieren aproximadamente 10 kg de maguey cosechado para la obtención de un litro de mezcal, obteniéndose por hectárea 9,000 litros de mezcal, cuyo precio oscila de \$150.00 MXN a \$200.00 MXN por litro. Con base en lo anterior se midió la rentabilidad de una hectárea de maguey (Cuadro 8). En contraste con el cultivo del nogal, en Delicias, Chihuahua la rentabilidad máxima en cuanto al precio fue de 40,000 ton⁻¹ con un rendimiento de 2.0 ton/ha⁻¹ (López *et al.*, 2011).

Cuadro 8. Ingresos y costos de producción por hectárea del cultivo de maguey y producción de su respectivo mezcal.

Concepto	Unidad de medida	Total
Rendimiento de mezcal	Litros	9,000
Precio de venta por litro de mezcal	MXN \$	200
Ingresos	MXN \$	1,800,000
Costos totales	MXN \$	776,660
Saldo final	MXN \$	1,023,340

6.7 COSTOS DE ELABORACIÓN DE TRAMPAS

Los costos de cada trampa (Cuadro 9 y 10) están en función de sus componentes, de acuerdo con Azuara, 2014 menciona que utilizar agave fermentado con melaza en conjunto con la feromona de agregación sintética Tequilur[®] coadyuva a una mayor captura de *Scyphophorus acupunctatus*. Tal como mencionan Cuevas *et al.*, 2023 que al utilizar la feromona sintética con algún cebo alimenticio ya sea plátano, piña o agave se obtiene una mayor captura de *S. acupunctatus*, que utilizando la feromona por si sola.

Por su parte, Cruz *et al.*, (2020) al evaluar un sistema de trampeo similar utilizando la trampa diseñada por Isaac Coéllar-Cú para la captura de *S. acupunctatus* en Hidalgo y Michoacán donde tuvieron capturas de 268 y 247 ejemplares, respectivamente. Por otro lado, Bailón *et al.*, (2020), al estudiar la dinámica población de *S. acupunctatus*, utilizando trampas de 4 L de capacidad en conjunto con hormonas sexuales donde su agente de retención fue insecticida (Fipronil) obtuvo una captura de 2,078 picudos anualmente.

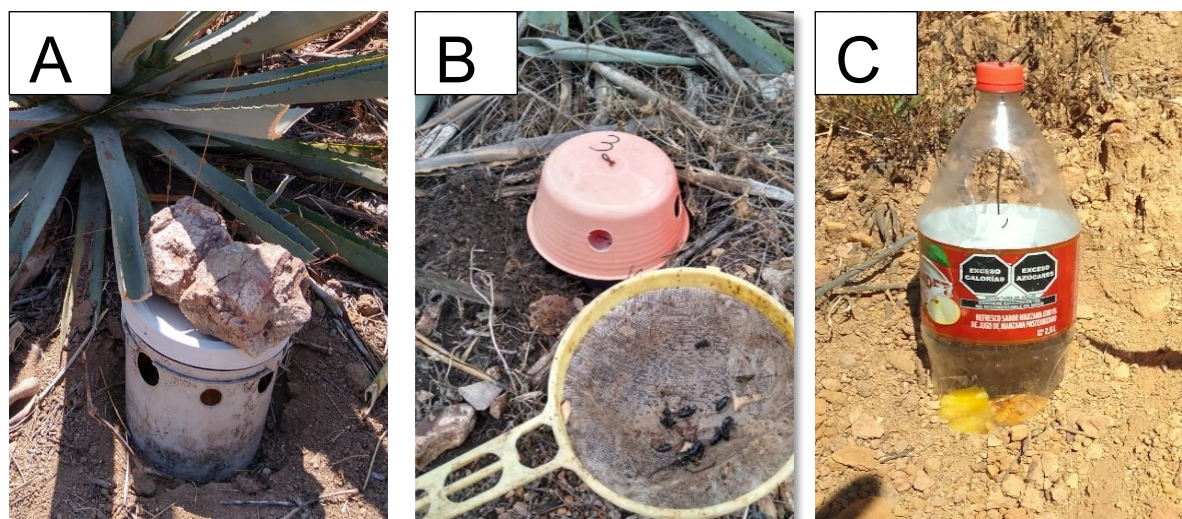


Figura 24. Tipos de trampas utilizadas, 1a) Trampa tipo TOCCIAGAVE (TOC), 1b) Trampa tipo bijicara (BIJ), 1c) Trampa tipo pet (PET).

Cuadro 9. Costos de elaboración de las trampas utilizadas para el control de plagas del agave en las comunidades de Quetzalapa y Coahuilotla, Guerrero, México.

Tipo de trampa	Componentes	Costo MXN \$	Vida útil
TOC	(Tequilur, insecticida, agave)	140.90	1 año
TOC	(Tequilur, Sinergium, insecticida, agave)	200.90	1 año
TOC	(Tequilur, insecticida, agave fermentado)	145.90	1 año
TOC	(Tequilur, insecticida, guayaba fermentada)	151.53	1 año
Tipo PET	(Tequilur, insecticida, agave)	85.90	6 meses
Tipo Bijícara	Tequilur, insecticida, agave)	92.90	6 meses

Cuadro 10. Costo del material y componentes para la elaboración de las trampas utilizadas para la captura de *Scyphophorus acupunctatus*.

Componente	Cantidad	Costo unitario	Costo/trampa
Guayaba	1 kg	22.5	5.63
Agave	1 kg	0	0.00
Melaza	1 L	20	5.00
Feromona	1 liberador	85	85.00
Sinergium	1 liberador	60	60.00
Trampa TOC	1 pza	55	55.00
Botella PET	1 pza	0	0.00
Jícara	2 pza	3.5	7.00
Insecticida	1 L	450	0.90

6.8 ANÁLISIS FODA

6.8.1 Fortalezas

- Conocimiento tradicional sobre las técnicas de cocción y destilación por parte de los productores
- Gran diversidad de agaves cultivados
- Producción de buen mezcal faltando la certificación
- Facilidad de vender a cualquier comprador
- Cuentan con fábricas propias

6.8.2 Oportunidades

- Apertura de nuevos mercados por la demanda creciente del consumo de mezcal
- Revalorización del mezcal a nivel nacional e internacional
- Realizar exportación de sus productos como el mezcal
- Venta de semillas, así como de hijuelos
- Llegar a obtener marca registrada
- Posibilidad de certificar el maguey, fábricas y mezcal

6.8.3 Debilidades

- Falta de certificación de denominación de origen del maguey, fábricas y mezcal
- Falta de integración al COMERCAM
- Falta de organización entre los productores para la comercialización y para la compra de insumos
- Infraestructura carretera de mala calidad
- Falta de capacitación en materia de producción y comercialización
- Falta de BPA, BPM y BUMA
- Escases de parcelas para extender el cultivo de maguey
- Falta de manejo integral de manejo constante hacia el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*)
- Falta de apoyos por parte del gobierno, así como de instituciones de investigación

- Falta de instalaciones apropiadas

6.8.4 Amenazas

- Ingreso de nuevos productores debido a la ampliación de la denominación de origen

- Aumento de la inseguridad del estado, así como de las localidades aledañas

- Aumento desmedido de insumos agrícolas

- Pérdidas de producción por daños de *Scyphophorus acupunctatus* y otras plagas

- Aumento en costos de mano de obra

6.9 CONCLUSIONES

Los productores presentan una competitividad media por su rendimiento, pero tienen grandes desafíos productivos, organizacionales y comerciales para obtener rendimientos óptimos, así como tener un aumento de la participación de sus productos en el mercado nacional e internacional, tanto de mezcal como de piñas (mezontle) de agave esta última para la venta hacia la industria productora de jarabes y otros edulcorantes. La importancia de agruparse entre productores para gestionar apoyos donde se den capacitaciones sobre el manejo adecuado para el cultivo del maguey los cuales abarquen, manejo de plagas y enfermedades de importancia, así como el uso correcto de agroquímicos (BUMA) y de ser posible alternativas amigables con el medio ambiente como es el uso de trampas, así como buscar apoyo de instituciones de gobierno y centros de investigación.

6.10 LITERATURA CITADA

- Abdel M. G. y Romo M. D. 2004. Documentos de trabajo en estudio de competitividad. Serie de documentos de trabajo en estudio de competitividad. Centro de estudio de competitividad. Instituto Tecnológico Autónomo de México. http://cec.itam.mx/sites/default/files/concepto_competitividad.pdf
- Arriagada K. y González T. 2012. Diseño y validación de instrumento para medir el nivel de competitividad en pequeñas empresas del sector TIC de la región metropolitana. Revista electrónica gestión de las personas y tecnología. 5(13):1-6.
- Arvizu B. E., Mayett M. Y., Martínez F. J. L., Olivares B. E y Flores M. Lizbeth. 2017. Análisis De producción Y comercialización hortícola Del Estado De Puebla: Un Enfoque De Cadena De Valor. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas 6 (4). México, ME:779-92. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.618>.
- Azuara D. A., Terán. V. A. P., Soto S. A., Aguilar P. N Y Martínez. B. L. 2014. Evaluación del tipo de trampa, atrayente alimenticio y feromona de agregación en el trapeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal en Tamaulipas, México. Entomotropica 29(1): 1-8.
- Bailón O. A. Z., Segura L. S. y Figueroa C. P. 2020. Dinámica poblacional de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (coleoptera: dryophthoridae) en *Agave angustifolia* Haw en el sur de Oaxaca. Entomología Mexicana, Vol. 7: 246-251. ISSN: 2448-475X.
- Barraza S. S., Domínguez C. PA, Montiel. A. E., Návar. C. JJ y Díaz. V, MA. 2014. La producción de mezcal en el municipio de Durango, México. Ra Ximhai, 10 (6),65-74. ISSN: 1665-0441.
- Barrientos R. G., Hernandez. C. E., Sanpedro. R. Ma. L y Segura. P. H. R. 2020. Conocimiento tradicional y academia: productores de maguey y mezcal de pequeña escala en las regiones Norte y Centro de Guerrero, México. Sociedad y Ambiente, 23, 2020, ISSN: 2007-6576, pp. 1-28. <https://doi.org/10.31840/sya.vi23.2173>
- Bautista J. A. y Ramírez J. J. 2008. Agricultura y pluriactividad de los pequeños productores de agave en la región del mezcal, Oaxaca, México. Agricultura técnica en México, 34(4), 443-451 versión impresa ISSN 0568-2517.

- Becerril-Hernández, H. 2018. La certificación ecológica; una dualidad agrícola: Mejorar la prosperidad del agricultor y medio ambiente. *Agro Productividad*, 9(12). Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/860>
- Bonales V. J. y Silva M. 2003. Competitividad internacional de las empresas exportadoras de aguacate: el aguacate michoacano en el mercado norteamericano. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 161-200.
- Bourgeois, R. 1999. Enfoque participativo para el desarrollo de la competitividad de los sistemas agroalimentarios. San José Costa Rica. IICA. 226 p.
- Cuevas L. D., Hernández C. E., Romero, R. T., Segura P. H. R. Figueroa C. P. y González H. H. 2023. Sinergistas para el trapeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae) en *Agave angustifolia* (Asparagaceae), en Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 49(2), e12547. <https://doi.org/10.25100/socolen.v49i2.12547>.
- Cuevas R. V., Sánchez T. B. I., Borja B. M., Espejel G. A., Sosa M. M., Barrera R. A. I., y Saavedra G. M. J. 2019. Caracterización de la producción de maguey en el Distrito de Miahuatlán, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(2), 365-377. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1632>
- Cruz E. S., Villa G. M., Hernández L. P. y Alavez R. D. 2020. Efecto sinérgico de la feromona, Volátiles del hospedero, y etanol en la atracción de *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal. *Southwestern Entomologist*. Vol. 45, No. 4.
- Durán Q. A., Mora A. D., González L. M. I. y Vargas H. G. 2018. Nivel de competitividad técnica de las empresas exportadoras de productos agrícolas no tradicionales de costa rica. *Agronomía Costarricense*. 42(2): 141-158. ISSN:0377-9424.
- Espinoza A. J., Orona C. I., Narro R. J. G. y León R. M. 2006. Aspectos sobre producción, organización de productores y comercialización del cultivo de la sandía en la comarca lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*, X (19),0. ISSN: 1405-9282.
- Flores L. M. L., Orozco H. R. P. y Sánchez, E. 2022. Las mujeres en la producción del agave-mezcal y su importancia en los sistemas alimentarios. *Regiones y Desarrollo Sustentable XXII*: 43 ISSN electrónico: 2594-1429. ISSN impreso: 1665-9511

- García M. A. J. 2007. Los agaves de México. *Ciencias* 87, julio-septiembre, 14-23. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García V. A. J., Jaramillo V. J.L., Vargas L. S., Bustamante G. A. y Barrera R. A. L. 2018. Tipología de las unidades de producción de mezcal artesanal del distrito de Tlacolula, Oaxaca, México. *Agro Productividad*, 11(12). <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i12.1309>
- González V. S. E., Tapia G. L. A., Martínez G. G. A. y Toledo L. A. 2023. Resiliencia agrícola en los pequeños productores de agave en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(2), 197-209. Epub 19 de junio de 2023. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i2.3055>
- Guzmán P. P., Guevara G. R. D., Olguín L. J. L. y Mancilla V. O. R. 2016. Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia (Arica)*, 34(3), 69-80. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300009>
- Hernández S., Gnononfin A., Bialostosky M. y García C. G. 2022. Economics of Land Degradation Initiative: La Economía de la Producción de Mezcal en Oaxaca, México. El camino hacia la producción sostenible de agave. GIZ: Bonn, Alemania. Disponible en: www.eld-initiative.org.
- Herrera P. L., Juárez S. J. P., y Ramírez V. B. 2018. Estrategias de producción campesina en Agave tequilana en el municipio de Tequila, Jalisco. *Revista De Geografía Agrícola*, (61), 39–65. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2017.60.005>
- Infante, J., Zoe T., Carlos, F. y Ortiz, P. 2010. Sistema de innovación y transferencia de tecnología agrícola orgánica, en la localidad de Los Reyes Michoacán, México. International Meeting on Regional Science. The Future of the Cohesión Policy. AECR. Consulta en <http://www.aecr.org/web/congresos/2010/htdocs/pdf/p63.pdf>
- Jácome M. E., Rodríguez B. A., Jiménez J. S., Marín Q. K., y Mogro C. V. 2020. Caracterización de fincas agropecuarias de el tingo la esperanza / pujilí / cotopaxi / ecuador. *Ecología Aplicada*, 19(2), 49-56. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1555>
- Leal L. R., Partida P. A. y Carrera S. M. M. 2021. Análisis de la competitividad de las empresas agropecuarias: el caso de las empresas frutícolas de la región del Soconusco en Chiapas. *Revista Internacional de Ciencia y Gestión Policial*. 16(1): 1-15.

- León A. L., Mejía G. L. F., y Montes R. L. M. 2015. Caracterización socioeconómica y tecnológica de la producción del plátano en el bajo occidente del departamento de Caldas. *Luna Azul*, (41), 184–200. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.11>
- López C. J. Y., Ortiz H. Y. D. y Guzmán C. D. L. 2019. Análisis de la situación de desigualdad, empobrecimiento y desarrollo social en dos comunidades productoras de mezcal artesanal de Oaxaca. In: Desigualdad socio-espacial, innovación tecnológica y procesos urbanos. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, Ciudad de México. ISBN UNAM Volumen III: 978-607-30-2642-0 ISBN UNAM Obra completa: 978-607-30-2621-5 ISBN AMECIDER Volumen III: 978-607-8632-08-4 ISBN AMECIDER Obra completa: 978-607-8632-06-0
- López D. J. C., Arras V. A. Ma., Salas G. J. M., Aguilar V. A., Robles H. L., Villalobos P. E. y Rodríguez A. A. 2011. Rentabilidad del nogal pecanero bajo sistemas de producción de mediana tecnología en Delicias, Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Quinta Época. Año XV. Volumen 29. Julio-Diciembre.
- López H. W. A., Garza B. L. E., Cruz G. B. y Nieto Á. R. 2019. Competitividad del limón persa en la región del Papaloapan, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Volumen 10 número 4.
- Mathews J. C. 2009. COMPETITIVIDAD. El significado de la competitividad y oportunidades de internacionalización para las MyPes. Primera edición. Proyecto USAID/PERU/MYPE COMPETITIVA.
- Moreno H. A., Estrella C. N., Escobedo G. S., Bustamante G. Á., y Gerritsen, P. W. 2011. Prácticas de manejo agronómico para la sustentabilidad: características y medición en agave tequilana weber en la región sierra de Amula, Jalisco. *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales*, 14 (1),159-169.
- Olvera V. L. A., Pardo Núñez. J., Aguilar R. N., y Contreras M. D. I. 2022. Detección de *Agave angustifolia* y *Agave Cupreata* con técnicas geomáticas en Guerrero, México. 23(2), e2241. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2241.
- Ortiz P. C. F., Infante J. Z. T. y Bonales V. J. 2019. Competitividad de la agricultura y el desarrollo humano en Michoacán. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol. XIV, No. 1, Enero – Junio.

- Padilla, R. 2006. Instrumento de medición de la competitividad. México: Cepal.
- Pérez H, E., Chávez P. M. D. y González H. J. C. 2016. Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVIII (1), 148-164.
<http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
- Ríos C. Aida., Ruiz V. J., Silva R. M. Caballero C. M. y Bernabé, J. 2022. Evaluación longitudinal de la sustentabilidad del subsistema de producción maguey-mezcal artesanal, en el municipio de villa sola de vega, Oaxaca, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25. 10.56369/tsaes.4105.
- Rojas, P., y Sepúlveda, S. 1999. ¿Qué es la competitividad?. IICA, San José, Costa Rica.
- Sánchez S. A. 2016. Necesidades de información y comportamiento informativo de los agricultores de agave azul de Tequila, Jalisco: un estudio de caso. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, bibliotecología E información*, 30(69), 143-178.
<https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.04.016>
- Sandoval A. M. P. y Barrera G. J. L. 2016. Encuesta sobre el conocimiento de los usos del agave en el estado de Guanajuato. XII encuentro. Participación de la Mujer en la Ciencia. ISSN 2448-5063.
- Solleiro J. and Castañón R. 2005. Competitiveness and innovation systems: the challenges for Mexico's insertion in the global context. *Technovation* 25: 1059-1070.
- Vargas V. P. 2007. Mujeres cafetaleras y producción de café orgánico en Chiapas. *El Cotidiano*, vol. 22, núm. 142, marzo-abril, 2007, pp. 74-83, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco México
- Vega V. N. y Pérez A. P. 2017. Oaxaca y sus regiones productoras de mezcal: Un análisis desde cadenas globales de valor. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 15(29), 103-132.
- Zamora, T., América, I. y Kido, C. A. 2008. Rentabilidad y ventaja comparativa de la producción de guayaba en el estado de Michoacán, México. *INCEPTUM*, 4(2), 113-127.
- Zúñiga E. L., Rosales R. E., Yáñez M. M. J., Jacques H. C. 2018. Características y productividad de una planta MAC, Agave tequilana desarrollada con fertigación en Tamaulipas, México *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 9, núm. 3, Abril-Mayo, 2018, pp. 553-564 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1214>