

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



Universidad de El Salvador

*Hacia la libertad por la cultura*

**“EFECTO DE CUATRO SUSTANCIAS NATURALES COMO ATRAYENTES PARA EL CONTROL DEL ESCARABAJO ADULTO *Aethina tumida* Murray (Coleóptera: Nitidulidae) EN ABEJAS *Apis mellifera*, EN FINCA LOS TAMARINDOS, CANTÓN LAS DELICIAS, SAN JUAN OPICO, LA LIBERTAD, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO POR:**

JASMIN ELIZABETH ECHEVERRIA GARCÍA.

JOSÉ OVIDIO MEJÍA CASTELLANOS.

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2021.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

**“EFECTO DE CUATRO SUSTANCIAS NATURALES COMO ATRAYENTES PARA EL CONTROL DEL ESCARABAJO ADULTO *Aethina tumida* Murray (Coleóptera: Nitidulidae) EN ABEJAS *Apis mellifera*, EN FINCA LOS TAMARINDOS, CANTÓN LAS DELICIAS, SAN JUAN OPICO, LA LIBERTAD, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

JASMIN ELIZABETH ECHEVERRIA GARCÍA.  
JOSÉ OVIDIO MEJÍA CASTELLANOS.

**PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA**

**ASESORES:**

F. \_\_\_\_\_

MSc. RENÉ FUENTES MORÁN

F. \_\_\_\_\_

ING. ROBERTO ARMANDO PERDOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2021.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

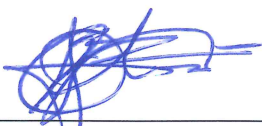
**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**  
JASMIN ELIZABETH ECHEVERRIA GARCÍA.  
JOSÉ OVIDIO MEJÍA CASTELLANOS.

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**  
LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA

**JURADO EVALUADOR:**

F. 

M en D. MARTA NOEMÍ MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

F. 

LIC. EDGARD FABRICIO OCHOA PACHECO

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2021.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL**

MSc. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

**FISCAL GENERAL**

LIC. RAFAEL HUMBERTO PENA MARÍN

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

**DIRECTORA EN FUNCIONES DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA**

MSc. ZOILA VIRGINIA GUERRERO MENDOZA.

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi amada madre, por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí.

A mi hija por su amor y por creer siempre en mí, por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi hermana Selena por su apoyo y comprensión.

A una persona especial por su comprensión, cariño y ayudarme hasta el último momento. Siempre fuiste muy motivador y me decías que lo iba a lograr

A todo el resto de familia y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para terminar la tesis.

Jasmin Elizabeth Echeverría García

## **DEDICATORIA.**

**A Dios Todopoderoso**, primeramente, a Dios por darme la oportunidad y la sabiduría de culminar mi carrera profesional.

**A mi esposa Vilma Coralia Villalta**, por sus oraciones y sabios consejos que me ha brindado durante importantes momentos de mi vida.

**A mis hijos José Ovidio, Kevin Daniel y Eillen Sarai**, por ser el motivo de inspiración y superación, además de darme esos ánimos para seguir adelante y vencer todos los obstáculos presentados en el camino.

**A mis padres Rafael Ovidio y Martha Guadalupe**, por haberme apoyado incondicionalmente en todo mi proceso de formación profesional.

**A mis hermanas Elisa, Alba, Ana y Mariela**, por su apoyo y ser parte de mi gran familia.

José Ovidio Mejía Castellanos

## **AGRADECIMIENTOS.**

Primeramente, doy gracias a Dios Todopoderoso y a la Virgen María, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, amor y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme la fortaleza e iluminar mi mente en aquellos momentos difíciles y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre María Concepción García, por su apoyo incondicional, por sus palabras de alientos, sus consejos, su amor, por haberme formado como una mujer de bien.

A mi hija Andrea Echeverría, quien trajo sentido a mi vida, ella es mi mayor motivación de superación de mi vida, la causante de mi anhelo de salir adelante, progresar y poderle dar un futuro mejor.

A mi asesor MSc. René Fuentes Morán por haber aceptado ser el docente director del presente trabajo, por su calidad de docente para guiarnos y hacer todo lo necesario en el proceso de desarrollo de tesis, por el apoyo institucional y por alentarme para que concluyera esta investigación.

A mi asesor externo Ing. Roberto Armando Perdomo, gracias por creer en este proyecto, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo. por el apoyo y por alentarme para que concluyera esta investigación.

A los miembros de tribunal calificador, la MsD Marta Martínez y el Lic. Fabricio Ochoa por todas sus valiosas observaciones al documento final, las cuales representaron valiosas ayudas.

A la Universidad de El Salvador, a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, especialmente al cuerpo docente de la Escuela de Biología, quienes me forjaron académicamente, en especial a quienes tuve el agrado de tener como docentes.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería, a los técnicos de la unidad de apicultura Ing. Alex Francisco Magaña, Ing. Lidice Hortensia Portal y Don Arnulfo Fuentes Deras, por el apoyo y colaboración para la realización de la fase de campo.

Al Ing. Carlos Enrique Ruano, por sus valiosos aportes y recomendaciones para el desarrollo de este trabajo.

A don Jorge Marroquín dueño de la Finca los Tamarindos por habernos permitido la realización de la fase de campo del trabajo de investigación.

A mi amigo y compañero de tesis Ovidio Mejía por permitirme trabajar con él y haber culminado con éxito este trabajo, que Dios lo bendiga siempre y permita que alcance todos sus propósitos.

A mis amig@s y compañer@s que tuve el agrado de conocer en toda la carrera que estuvieron pendientes, apoyándome y motivándome directa o indirectamente a seguir adelante.

¡Gracias infinitas a todos!

Jasmin Elizabeth Echeverría García



## **AGRADECIMIENTOS.**

**Al M.Sc. René Fuentes Morán**, como asesor interno por su ayuda invaluable, paciencia y apoyo en el desarrollo de cada una de las fases de la investigación.

**Al Ing. Roberto Armando Perdomo**, como asesor del Ministerio de Agricultura y Ganadería por sus valiosos y oportunos aportes durante el desarrollo de este trabajo.

**A los jurados MsD. Marta Noemí Martínez Hernández y Lic. Edgard Fabricio Ochoa Pacheco**, por contribuir con sus valiosas observaciones y sugerencias para mejorar el trabajo de investigación.

**A los técnicos del área de apicultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería**, Ing. Alex Francisco Magaña, Ing. Lidice Hortensia Portal y Don Arnulfo Fuentes Deras, por su valioso apoyo y colaboración durante la fase de campo de este trabajo.

**Al Ing. Carlos Enrique Ruano**, por sus valiosos aportes y recomendaciones en el desarrollo de este trabajo.

**A mi amiga y compañera de tesis Jasmín Elizabeth Echeverría**, por todas las vivencias compartidas durante la carrera y por haber culminado con éxito el presente trabajo de investigación.

**A la Escuela de Biología**, por darme las principales herramientas para mi desarrollo académico.

José Ovidio Mejía Castellanos

## INDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 1  |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                   | 2  |
| II. OBJETIVOS.....                                      | 4  |
| OBJETIVO GENERAL.....                                   | 4  |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS .....                             | 4  |
| III. MARCO TEÓRICO .....                                | 5  |
| 3.1 Antecedentes .....                                  | 5  |
| 3.2 Apidología .....                                    | 6  |
| 3.3 Apicultura .....                                    | 10 |
| 3.4 Enfermedades y Plagas de las abejas melíferas ..... | 12 |
| 3.5 Agente etiológico.....                              | 13 |
| 3.6 Ciclo biológico.....                                | 14 |
| 3.7 Origen y distribución de <i>A. tumida</i> .....     | 15 |
| 3.8 Epizootiología del escarabajo .....                 | 17 |
| 3.9 Prevención y Control .....                          | 18 |
| IV. METODOLOGÍA.....                                    | 22 |
| 4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....   | 22 |
| 4.1.1 Ubicación del área de estudio.....                | 22 |
| 4.1.2 Descripción del sitio de estudio.....             | 23 |
| 4.1.3 Sitio de muestreo .....                           | 24 |
| 4.2 COLECTA DE INDIVIDUOS PARA ENSAYO .....             | 25 |
| 4.3 PREPARACIÓN DE LOS ATRAYENTES.....                  | 27 |
| 4.3.1 Proceso de elaboración .....                      | 27 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.3.2 | Evaluación de los atrayentes.....                   | 30 |
| 4.4   | ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....                          | 33 |
| 4.5   | TOMA DE DATOS .....                                 | 33 |
| V.    | RESULTADOS .....                                    | 34 |
| 5.1   | Preferencias por vinagre .....                      | 34 |
| 5.2   | Sexado.....   | 37 |
| 5.3   | Preferencia Sexual por tipo de atrayente .....      | 38 |
| 5.4   | Registro de tiempo de evaluación de atrayentes..... | 39 |
| 5.5   | Resultado por tipo de atrayente .....               | 42 |
| 5.5.1 | Mezcla de polen con miel.....                       | 42 |
| 5.5.2 | Vinagre de piña.....                                | 45 |
| 5.5.3 | Vinagre de manzana .....                            | 48 |
| 5.5.4 | Vinagre de guineo.....                              | 51 |
| VI.   | DISCUSIÓN.....                                      | 58 |
| VII.  | CONCLUSIONES.....                                   | 62 |
| VIII. | RECOMENDACIONES .....                               | 63 |
| IX.   | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....                    | 64 |
| X.    | ANEXOS.....   | 69 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Individuos de la colonia de <i>Apis mellifera</i> . Fuente Curtis 2008 .....                                  | 9  |
| Figura 2. <i>Aethina tumida</i> . Fuente OIE 2013.....  | 13 |
| Figura 3. Ciclo de vida de <i>A. tumida</i> en colmenas de <i>A. mellifera</i> . Fuente Saldaña et al 2014.<br>.....    | 15 |
| Figura 4. Distribución de <i>A. tumida</i> en el territorio salvadoreño. Fuente MAG 2013. ....                          | 16 |
| Figura 5. Ubicación geográfica de la finca los Tamarindos, Cantón las Delicias, San Juan Opico,<br>La Libertad. ....    | 22 |
| Figura 6. Zona de estudio finca los Tamarindos, Cantón las Delicias, San Juan Opico .....                               | 23 |
| Figura 7. Distribución de las colmenas en apiario en Finca los Tamarindos, cantón las Delicias,<br>San Juan Opico. .... | 24 |
| Figura 8. Partes de la estructura de la colmena tipo langstroth. ....   | 25 |
| Figura 9. Extracción del escarabajo adulto <i>A. tumida</i> . ....  | 26 |
| Figura 10. Succionador de toma de muestras entomológicas.....   | 26 |
| Figura 11. Termómetro para temperatura y humedad relativa.....  | 26 |
| Figura 12. Proceso de pesado de frutas.....   | 28 |
| Figura 13. Macerado de frutas.....  | 28 |
| Figura 14. Esterilización de beakers para elaboración de los vinagres.....  | 28 |
| Figura 15. Procedimiento de mezcla de los vinagres para elaboración de los vinagres.....                                | 28 |
| Figura 16. Aplicación de $\text{NaHCO}_3$ .....   | 29 |
| Figura 17. Registro de Ph de los vinagres.....  | 29 |
| Figura 18. Vinagres a ebullición para detener la fermentación.....  | 29 |
| Figura 19. Mezcla de miel con polen.....  | 29 |
| Figura 20. Montaje del equipo utilizado en el laboratorio: a) Interior de la caja b) Exterior de la<br>caja.....        | 31 |
| Figura 21. Equipo con sus respectivas viñetas.....  | 31 |
| Figura 22. Colocación de <i>A. tumida</i> .....   | 31 |
| Figura 23. Control del tiempo del experimento.....  | 32 |
| Figura 24. Descarte de escarabajos en alcohol 90° .....   | 32 |
| Figura 25. Sexuado de escarabajo, hembra mostrando su ovopositor.....   | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 26. Porcentaje de individuos atraídos a las diferentes sustancias.....                   | 35 |
| Figura 27. Número de individuos atraídos a las sustancias evaluadas durante las 20 réplicas.... | 36 |
| Figura 28. Número de hembras y machos atraídos a las sustancias evaluadas.....                  | 38 |
| Figura 29. Número de individuos atraídos por el tiempo de evaluación de los atrayentes.....     | 41 |
| Figura 30. Número de individuos atraídos a la mezcla de polen con miel.....                     | 43 |
| Figura 31. Número de individuos atraídos al atrayente vinagre de piña.....                      | 46 |
| Figura 32. Número de individuos atraídos al atrayente vinagre de manzana.....                   | 49 |
| Figura 33. Número de individuos atraídos al atrayente vinagre de guineo.....                    | 52 |

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Días de desarrollo de las distintas castas.....   | 8  |
| Tabla 2. Número de réplicas e individuos de escarabajos adultos <i>A. tumida</i> atraídos a los diferentes tratamientos..... | 34 |
| Tabla 3. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por réplica a las diferentes sustancias.....                | 37 |
| Tabla 4. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por replica a las diferentes sustancias.....                | 38 |
| Tabla 5. Registro del tiempo (minutos) y número de escarabajos atraídos en las diferentes réplicas.....                      | 39 |
| Tabla 6. Registro del tiempo (minutos) y número de escarabajos atraídos a las sustancias evaluadas en la investigación. .... | 40 |
| Tabla 7. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos en las 20 réplicas, para la mezcla de polen con miel.....      | 42 |
| Tabla 8. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por réplica para la mezcla polen con miel. ....             | 44 |
| Tabla 9. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas en el vinagre de piña. ....                  | 45 |
| Tabla 10. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por el vinagre de piña.....                                | 47 |
| Tabla 11. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas, en el vinagre de manzana.....              | 48 |
| Tabla 12. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por réplica para el vinagre de manzana.....                | 50 |
| Tabla 13. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas en el vinagre de guineo. ....               | 51 |
| Tabla 14. Número de hembras y machos de <i>A. tumida</i> atraídos por réplica para el vinagre de guineo.....                 | 53 |
| Tabla 15. Valores promedios obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis.....  | 54 |
| Tabla 16. Resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis.....   | 54 |
| Tabla 17. Costos de materia prima e insumos para elaboración de vinagres. ....   | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 18. Costos de equipo y accesorios.....  | 55 |
| Tabla 19. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de manzana.....      | 56 |
| Tabla 20. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de guineo. ....      | 56 |
| Tabla 21. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de piña. ....        | 56 |
| Tabla 22. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 30 gr de mezcla de polen con miel. .... | 57 |

## RESUMEN

*Aethina tumida* Murray conocido como el pequeño escarabajo de las colmenas (PEC), insecto nativo de Sudáfrica donde es una plaga menor, en contraste el escarabajo afecta de manera importante a las colmenas de *Apis mellífera*, donde se ha convertido en un parásito de las colmenas; esta plaga amenaza con expandirse en el territorio salvadoreño y todo el continente americano. Para combatirla se hace uso de medidas de prevención y control, se ha identificado el uso de sustancias naturales que tienen referencia como atrayentes para el control del insecto.

El presente trabajo, Efecto de cuatro sustancias naturales como atrayentes para el control del escarabajo adulto *Aethina tumida* Murray (Coleóptera: Nitidulidae) en abejas *Apis mellífera*, se llevó a cabo en finca los Tamarindos, cantón Las Delicias, San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.

El propósito de esta investigación consistió en evaluar el efecto de atracción de cuatro sustancias naturales, mezcla de polen con miel (testigo), vinagre de piña, vinagre de manzana y vinagre de guineo, que ejercen sobre el escarabajo, como alternativa a las técnicas tradicionales del control de la plaga.

Una de las formas de evaluar las sustancias, fue mediante una trampa experimental (olfato metro), el procedimiento consistió en exponer a los insectos al olor de los vinagres, para observar cuales eran más atractivos, cuantificando la cantidad de escarabajos que ingresaban a las diferentes fuentes emisoras de olores. Los resultados obtenidos fueron que el vinagre de manzana atrajo más insectos y respondiendo a partir del minuto 1, seguido por el vinagre de guineo, vinagre de piña que también generaron respuesta en los insectos desde el primer minuto y en menor cantidad el testigo. El tiempo que tarda en reaccionar el escarabajo ante los atrayentes se genera desde el minuto uno, aumentando la reacción de este a partir del minuto 7.

Concluyendo, que las cuatro sustancias evaluadas, tienen efecto de atracción como atrayentes para el escarabajo adulto *A.tumida*.



## I. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad agropecuaria, mediante el cual se obtienen beneficios económicos a través de la producción de miel, cera y propóleos, con el fin de comercializarlos generando así ingresos económicos y empleo. También se obtienen beneficios intangibles tales como los servicios que al medio ambiente prestan las abejas a través de los procesos de polinización de diversas especies vegetales (Verde 2014).

La abeja melífera, ha sido afectada por diversos agentes patógenos, que van desde bacterias, virus, hongos, parásitos y depredadores. Actualmente se ha presentado una nueva plaga, *Aethina tumida* Murray (Coleóptera: Nitidulidae) conocida con el nombre común de pequeño escarabajo de la colmena (PEC) es un insecto nativo del sur de África donde es una plaga menor, en contraste el escarabajo afecta de manera importante a colmenas de la abeja *Apis mellífera* (Hymenoptera: Apidae) por lo que se ha convertido en un nuevo problema en la apicultura internacional (Ellis y Delaplane 2007).

Esta plaga se ha distribuido desde su lugar de origen hacia Europa, Australia, Canadá, Estados Unidos, México, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Brasil, en el cual es considerado de mayor importancia por los daños económicos que ocasiona a la producción de miel y por ende a esta industria, que amenaza con expandirse en todo el continente americano (Guzmán y Correa 2012, OIE 2016).

El PEC es un insecto pequeño, de 5 a 7 mm de largo por 3 a 4.5 mm de ancho, su color es marrón oscuro, casi negro. Tanto larvas como adultos de *A. tumida* se alimentan de miel, cera y larvas de las abejas, estos defecan en la miel, lo que origina una fermentación no apta para el consumo humano, además propician que las abejas abandonen la colmena afectando significativamente la polinización (Neumann *et al* 2013, Saldaña *et al* 2014).

Dado el potencial del PEC para causar fuertes daños a la producción de miel y, por ende, a la economía de esta importante industria, se busca la forma de controlar la plaga tomando medidas de prevención y control como, culturales, genéticas, físicas, químicas; si a pesar de tomar estas

medidas la plaga se expande, se recomienda la aplicación de sustancias naturales (vinagres), por su bajo costo en el proceso de elaboración y accesibles para el apicultor, permitiendo que tenga controlado al insecto antes de la producción de miel sin temor a perder su cosecha. En países como Canadá, Estados Unidos y México, estos vinagres han sido efectivos en el control del PEC, razón por la cual, en el presente trabajo se evaluó el efecto de cuatro sustancias naturales como atrayentes para el control del escarabajo adulto *A. tumida* Murray, en abejas *A. mellífera*.

## II. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de cuatro sustancias naturales: vinagre de manzana, vinagre de piña, vinagre de guineo y mezcla de polen con miel, como atrayentes para el control del escarabajo adulto *Aethina tumida* Murray, en abejas *Apis mellífera*,

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar si alguno de los vinagres a utilizar tienen efecto de atracción.
2. Establecer el tiempo de reacción del escarabajo *Aethina tumida*, ante la presencia de las sustancias utilizadas como atrayentes.
3. Comparar la efectividad de atracción, entre las cuatro sustancias.
4. Establecer la preferencia de los escarabajos por sexo a los diferentes vinagres.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes

La abeja melífera, ha sido afectada por diversos agentes patógenos, que van desde bacterias, virus, hongos, parásitos y depredadores. Se ha presentado una nueva plaga el pequeño escarabajo de la colmena, *A. tumida*, que se ha convertido en un nuevo problema en la apicultura internacional (Ellis y Delaplane 2007).

En el sureste de los Estados Unidos, Nolan y Hood 2008, reprodujeron escarabajos (*A. tumida*) en laboratorios. Tomaron 100 para ser colocados en colmenas de *A. mellífera* y para observar su control utilizaron dos atrayentes, uno a base levadura *Kodamaea ohmeri*, capturando 56 individuos y vinagre de sidra de manzana 43, realizándose el muestreo por un periodo de tres meses. Ambos demostraron ser efectivos en el control del insecto.

En México se detectó la presencia del escarabajo en el año 2007; para controlar la plaga se probó una serie de atrayentes, en esta investigación utilizaron dos, uno de ellos a base de mezcla de esencias de frutas y la otra mezcla de polen con miel, aplicados en apiarios de Coahuila, ambos resultaron ser efectivos registrando un promedio diario de 7.8 larvas y 7.7 adultos, es decir, 15.5 individuos de *A. tumida* por día (García *et al.* 2013).

En El Salvador se detectó la presencia del escarabajo a finales del año 2013, ha presentado una lenta distribución en el territorio y un comportamiento no agresivo. Se han realizado pruebas con atrayentes (mezcla de polen con miel y vinagre de sidra de manzana), pero no han sido efectivas, porque no tienen la rigidez de un protocolo de investigación, por lo que no se puede descartar de manera concluyente dichos atrayentes (Perdomo<sup>1</sup> 2014. Comunicación personal).

---

<sup>1</sup> MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2014. Roberto Armando Perdomo (comunicación personal, 20 de septiembre). Jefe de la unidad apícola. El Salvador.

En Nicaragua, a inicios del 2014 ha sido registrada la presencia del escarabajo, por lo que aún no se tienen resultados en cuanto a su control (OIE 2014).

En Costa Rica, en el mes de agosto del año 2015 se registra la presencia del pequeño escarabajo de la colmena (Marianyela y Calderón 2018). En Jamaica se registra la presencia del insecto en el año 2005 (OIE 2005). En Cuba se reporta la presencia del escarabajo en el año 2012 (OIE 2012). En Brasil, a inicios del año 2016 se detecta la presencia del escarabajo (OIE 2016). En ambos países no se conocen resultados en cuanto a su control con sustancias naturales utilizadas como atrayentes, debido a que han tenido una lenta distribución y no han provocado perjuicios apreciables.

Partiendo de lo anterior, todos los estudios han sido realizados a nivel de campo, lo que significa que las pruebas con atrayentes se han realizado en los apiarios dentro de las cajas con colmenas. La siguiente investigación es la primera, realizada en El Salvador en condiciones controladas, en la que el insecto es extraído de la colmena y transportado al área de ensayo donde se llevó a cabo el experimento. Dado que las normas sanitarias dictadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería no permiten el traslado del PEC a zonas donde no hay infestación, la fase experimental se desarrolló en las instalaciones de la propiedad privada.

### **3.2 Apidología**

#### **Origen de las abejas**

Las abejas melíferas se clasifican como insectos sociales dado que conviven formando colonias y no pueden vivir de manera independiente.

Las abejas sociales del género *Apis* (almacenadoras de miel) existen desde hace 10-20 millones de años, época del Mioceno, mucho antes de la aparición del hombre, fueron los egipcios y fenicios los primeros pueblos en domesticar y criar abejas del género *Apis*. La abeja doméstica (*A. mellífera*) fue importada de Estados Unidos en el año de 1622 (Nates 2005).

## **Clasificación taxonómica de las abejas (*A. mellífera*)**

Existen muchas especies de insectos himenópteros que se agrupan en super familia como la Apoidea. Dentro de esta son dos las más conocidas: las abejas solitarias (que no tienen casta) y las abejas sociales que viven en grupos que forman colonias grandes desde 10 mil hasta 60 mil individuos. Desde el punto de vista económico la especie más usada en la apicultura es la *A. mellífera* nombre científico, o más conocida comúnmente como abeja de la miel, por formar grandes colonias y ser altamente productora de miel, reconocida a nivel mundial. Por su clasificación taxonómica, se identifica a las abejas en 7 taxones o grupos, como, por ejemplo: 1) Reino, 2) Phylum o división, 3) clase, 4) orden, 5) familia, 6) género y 7) especie; en este caso les presentamos 12 taxones que identifican a la abeja de la miel (Roat 1984).

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| Reino:             | Animal                               |
| Phylum:            | Artrópoda.                           |
| Clase:             | Insecta.                             |
| Orden:             | Himenóptera.                         |
| Suborden:          | Apócrifa.                            |
| Súper familia:     | Apoidea.                             |
| Familia:           | Apidae                               |
| Subfamilia:        | Apinae                               |
| Tribu:             | Apini.                               |
| Género:            | <i>Apis</i> .                        |
| Especie:           | <i>mellífera</i> .                   |
| Nombre Científico: | <i>Apis mellífera</i> . (Roat 1984). |

## **Ciclo biológico**

El ciclo biológico de las abejas melíferas comienza cuando la reina pone un huevo en el fondo de cada celdilla y éste, a través de una secreción mucilaginosa, se fija de forma casi perpendicular. El huevo se inclina paulatinamente hasta quedar casi tumbado. Tres días después de la puesta nace una larva de color blanco perlado que es atendida por las abejas nodrizas. Esta larva realiza varias mudas y se va curvando progresivamente hasta que los extremos se juntan. En el instante en que las obreras sellan las celdas con una fina capa de cera u opérculo la larva se estira hacia arriba, hila con su boca un capullo de seda y se inmovilizan, pasando al estadillo

de ninfa o pupa (Garrido 2013). En ese momento comienzan a diferenciarse las tres regiones propias del insecto (cabeza, tórax y abdomen) y se van desarrollando patas, alas y antenas. Los primeros órganos que se colorean son los ojos, la piel se amarillea antes de oscurecerse para finalmente dar lugar en un tiempo variable (tabla 1), al individuo adulto que roe el opérculo y sale (Jean 1989).

Tabla 1. Días de desarrollo de las distintas castas.

| FASE                  | REINA   | OBRERA       | ZANGANO      |
|-----------------------|---------|--------------|--------------|
| <b>Huevo</b>          | 3 días  | 3 días       | 3 días       |
| <b>Larva</b>          | 5 días  | 5 a 6 días   | 6 a 7 días   |
| <b>Pupa</b>           | 8 días  | 12 a 13 días | 14 a 15 días |
| <b>Ciclo complete</b> | 16 días | 21 días      | 24 días      |

Fuente (Jean 1989).

### **Organización de la colmena: reina, zánganos y obreras.**

La organización social de una colonia de *A. mellífera* sigue una jerarquía de tres tipos de individuos o castas (Fig. 1). Por un lado, la reina, el único individuo con capacidad reproductora; por otro, las obreras, que desempeñan diversas tareas según la edad y las necesidades de la colonia; y finalmente los zánganos cuya principal misión es fecundar a la reina (Garrido 2013).

El desarrollo de las castas desde huevo a adulto pasa por una serie de fases, semejantes en cuanto a las transformaciones que sufren en la metamorfosis, pero diferente en cuanto a duración (16 días las reinas, 21 las obreras y 24 los zánganos) y tipo de celdilla en la que se cría (las de mayor tamaño las de las reinas seguidas por las de los zánganos y las más pequeñas las de las obreras) (Jean 1989).

Las reinas son criadas en celdas especiales, una larva se transforma en reina gracias a la dieta que recibe, "jalea real" elaborada por las obreras nodrizas, muy rica en vitaminas del grupo b y algunos germicidas. Las larvas depositadas en celdas de obreras reciben otro tipo de alimentación; en los primeros días reciben menos vitaminas que la reina y más proteínas, luego se alimentan de miel y polen (Roat 1984). Es el único individuo con capacidad reproductora de la colmena. Procede de un huevo fecundo (diploide). La reina virgen, después de varios vuelos de orientación copula en un único vuelo (nupcial) con varios zánganos y guarda el semen en su

espermateca. De acuerdo a las necesidades de las colonias, la reina puede poner huevos fecundados para criar obreras o sin fecundar para criar zánganos (Curtis 2008).

Las obreras son los individuos de menor tamaño, pero más abundante en número dentro de la colonia. Proceden de huevos fecundados que dan lugar a una larva que será alimentada con jalea real solo los tres primeros días para después hacerlo con una mezcla de miel, polen y agua. Este cambio en la nutrición provoca la parada en el desarrollo de los órganos reproductores y su posterior atrofia. Las tareas de las obreras dentro de la colonia varían a lo largo de su vida ya que existe una relación edad y actividad (Garrido 2013).

Clases de obreras: nodrizas, limpiadoras, ventiladoras, constructoras, guardianas, pecoreadoras, y exploradoras (Curtis 2008).

Otra de las labores esenciales y que no depende ni de la edad ni de la casta es la termorregulación. La temperatura de la cámara de cría debe de mantenerse dentro de un rango de 32-36°C, con un promedio de 35°C (Jones y Oldroyd 2007).

Los zánganos son individuos de mayor tamaño que las obreras y proceden de huevos sin fecundar (haploides) la única contribución de los zánganos a la vida de la colmena es su participación en el vuelo nupcial y en la fecundación. Son incapaces de alimentarse por sí mismo. A medida que la provisión de néctar disminuye, son agujoneados hasta morir por sus hermanas o son expulsados de la colmena (Curtis 2008).

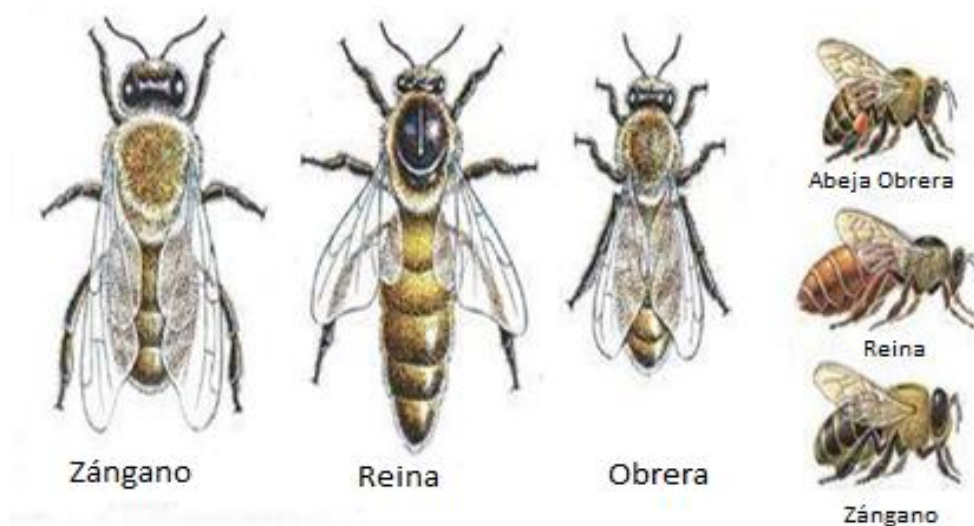


Figura 1. Individuos de la colonia de *A. mellífera*. Fuente Curtis 2008



### **3.3 Apicultura**

#### **Historia de la apicultura**

Etimológicamente la palabra apicultura proviene del latín “apis” que significa abeja y “cultura” que significa cultivo. La real academia de la lengua española define la apicultura como el arte de criar abejas para aprovechar sus productos. Jean 1989 amplía esta definición y la describe como la ciencia de la cría y mantenimiento de las abejas con vistas a obtener de su trabajo dirigido, miel, cera, polen, y jalea real como principales productos del colmenar. Además de estos beneficios directos, las colonias de abejas juegan un importante papel como polinizadoras de las plantas tanto cultivadas como silvestres.

El origen de la apicultura se remonta a más de 7,000 años atrás tal como reflejan las pinturas rupestres de la cueva de la araña en Bicor (Valencia) en las que el hombre prehistórico recolectaba miel de colmenas silvestres que utilizaba como alimento. La abundancia de este producto y sus excelentes cualidades hicieron de él, una importante fuente de recursos alimenticios en el mundo mediterráneo (Garrido 2013).

Posteriormente, los egipcios empezaron a fabricar colmenas de arcilla de forma tubular para explotar los enjambres de un modo artificial. Las figuras y gráficos encontrados en varias tumbas de los primeros faraones revelan a sí mismo, el uso del humo y la práctica de la extracción de la miel y de la cera sin recurrir a la matanza de la colonia de las abejas.

A partir de la decadencia del imperio romano, la apicultura sufre un abandono que se agrava en el siglo XVI con la aparición de la caña de azúcar y la remolacha, a pesar de la competencia y descuido que sufrió la apicultura por parte de los campesinos, esta siguió desarrollándose en algunos conventos por la importancia de la miel en aplicaciones farmacéuticas, cosméticas, además de culinarias y alimenticias (Cobb 2002).

Después de una serie de etapas por las que atraviesa la apicultura, esto ha permitido convertirse en la actualidad en una actividad agropecuaria (Cobb 2002).

## **La apicultura en El Salvador**

La apicultura se inicia en el país en la época colonial con la introducción de las abejas melíferas conocidas como de castilla, negras o alemanas, posterior a la colonia, algunos apicultores importaron abejas de razas italiana y caucásica. En *A. mellífera* están clasificadas todas las razas de abejas que son domésticas y viven organizadas en colonias, trabajan y producen miel en mayor o menor cantidad, según sea la variedad y el campo donde actúan (MAG 2003).

En 1985 se introdujo al país la abeja africanizada, esta se cruzó con las razas europeas, produciéndose la africanización de los apiarios a nivel nacional. Las abejas sin aguijón son nativas de las zonas tropicales de América, de estas, aproximadamente, veinte diferentes especies viven en el territorio, la especie *Melipona beecheii* es endémica en América Central, en El Salvador ésta es la única representante común de este género (MAG 2003).

En la actualidad, la comercialización de los productos apícolas es un factor muy importante, los estudios de mercado reflejan que la producción de miel a nivel nacional e internacional no satisface la demanda, lo cual se ve reflejado en la exportación del 90% de la producción nacional hacia los países europeos; Alemania es el país que demanda mayor importación de miel, el cual se ve beneficiado por políticas de liberación arancelarias, facilitando a nuestro país el proceso de exportación (Handal 2000).

## **Importancia económica que representan las abejas en el planeta.**

Las abejas melíferas (*A. mellífera*) desempeñan una función protagónica por su actividad polinizadora insustituible.

La polinización por abejas representa entre 73 y 88 % de la polinización entomófila, mientras que a otros himenópteros (abejorros, abejas solitarias, entre otros) se les atribuye de 6 a 21 %. Al resto de los insectos solo corresponde entre 6 y 14 %. De las abejas depende la supervivencia y evolución de más del 80 % de las especies vegetales del planeta. Cada año, las abejas melíferas polinizan plantas y plantaciones con valor estimado en 40 billones de dólares, más de un tercio de la producción de alimentos en muchos países. En Europa, 84 % de la producción de las especies cultivadas dependen directamente de la polinización entomófila. Sin abejas no hay

polinización. Sin polinización no hay semillas. Sin semillas no hay frutos ni rendimientos de los cultivos entomófilos, ni alimentos suficientes para los animales y el hombre (Verde 2014).

### **3.4 Enfermedades y Plagas de las abejas melíferas**

Las abejas melíferas (*A. mellífera*) Como cualquier otro organismo vivo, son susceptibles a ser afectadas por una variedad de enfermedades, parásitos y plagas, que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias, existen más de 20 enfermedades conocidas de la abeja melífera, pero menos de 10 son de verdadera importancia (Guzmán y Correa 2012). En El Salvador, el apicultor debe preocuparse básicamente de nueve enfermedades que causan muchos daños económicos año con año, siendo estas, varroasis, loque americana, loque europea, cría de cal, noseemiasis, acariosis, cría ensacada y parálisis (Nates 2005). Es necesario que el apicultor aprenda a reconocer algunas enfermedades de las abejas, ya que de no tratarse a tiempo una colonia enferma, las pérdidas económicas pueden resultar cuantiosas. (Guzmán y Correa 2012). Además, el apicultor deberá reconocer y prevenir la entrada de plagas a las colmenas como las polillas de la cera, las hormigas, las moscas y otras plagas de menor importancia (Nates 2005).

Una nueva plaga para las abejas melíferas denominada, el Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC), fue detectada recientemente en los Estados Unidos. El agente causal de este problema es un escarabajo cuyo nombre científico es *A. tumida* Murray. Amenazando con distribuirse en el continente americano (Calderón y Sánchez 2011).

### 3.5 Agente etiológico

#### Taxonomía de *A. tumida*

|              |                |
|--------------|----------------|
| Phyllum:     | Arthropoda     |
| Subphylum:   | Hexapoda       |
| Clase:       | Insecta        |
| Super orden: | Holometabola   |
| Orden:       | Coleoptera     |
| Suborden:    | Polyphaga      |
| Familia:     | Nitidulidae    |
| Género:      | <i>Aethina</i> |
| Especie:     | <i>tumida</i>  |

(Lundie 1940; Saldaña 2014).



Figura 2. *Aethina tumida*. Fuente OIE 2013

#### Morfología de *A. tumida*

Los huevos de *A. tumida* son blancos y miden unos  $1,4 \times 0,26$  mm (longitud por anchura),  $2/3$  del tamaño de un huevo de abeja melífera (OIE 2013, Neumann *et al.* 2013), por lo general se encuentran agrupados en racimos típicos (Lundie 1940).

Las larvas son de color blanquecino, pueden medir hasta 1 cm (fase deambulatoria), y tienen tres pares de patas cerca de la cabeza y una fila característica de espículas dorsales en pares en cada segmento y dos pares de espinas sobresalientes sub-terminales en el extremo posterior del dorso que las distinguen de las larvas de la polilla (Lundie 1940, Neumann *et al.* 2013, OIE 2013).

Las pupas de *A. tumida* mide de 3 mm de ancho por 5 mm de largo son del tipo exarata sus extremidades tales como las patas y las vainas de las alas son en contraste con las pupas obtectas, no pegadas al cuerpo. En las primeras etapas las pupas son de color blanco nacarado a marrón oscuro en función de la edad con proyecciones característicos en el tórax y el abdomen, pero se oscurecen a medida que desarrollan, su exoesqueleto se endurece, con pigmentación que aparece primero en los ojos y luego las alas posteriores (Lundie 1940).

Los escarabajos adultos miden unos 5 a 7 mm de largo por 3 a 4.5 mm de ancho, y las hembras son ligeramente más largas que los machos (Fig. 2). Los cuerpos de los adultos son anchos y

dorsoventralmente aplanado; durante un corto periodo después de emerger son de un color marrón rojizo, pero durante la maduración se oscurecen a marrón oscuro o incluso negro. La cabeza, el tórax y el abdomen están bien separados. Sus élitros son cortos por lo que un par de segmentos de su abdomen son visibles; sus antenas son distintamente capitadas, todo el cuerpo está cubierto de setas cortas y finas (OIE 2013, Neumann *et al.* 2013).

### **3.6 Ciclo biológico**

Al igual que las abejas *A. tumida* lleva a cabo su metamorfosis en cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto (Fig. 3) (OIE 2013).

Los adultos pueden tener un tiempo de vida de unos cuantos días hasta seis meses (Guzmán y Correa 2012, Lundie 1940), una vez emergidos llegan a las colmenas volando penetran a ella y se alimentan de polen y cría (Guzmán y Correa 2012); se aparean en la colonia y los escarabajos hembra pueden poner entre 1000 y 2000 huevos agrupados en racimos típicos en las pequeñas grietas, en los panales y dentro de las crías operculadas, también pueden desovar en la tabla que sirve de fondo a la colmena; las hembras comienzan a ovipositar una semana después de emerger del suelo. Normalmente los huevos eclosionan entre tres días a veces hasta en más de seis días, casi el 100% de los huevos eclosionan a 34°C (Lundie 1940).

Las larvas emergen de los huevos entre 1–6 días (la mayoría en un plazo máximo de 3 días). El desarrollo larvario toma de 10 a 14 días, pero puede extenderse a 30 días dependiendo de los recursos alimenticios (se alimentan de polen, miel y crías de abeja) y la temperatura (Neumann *et al.* 2013). Las larvas pueden encontrarse minando los panales de cera o en las deyecciones de la colonia. A continuación, las larvas alcanzan la fase deambulatoria y abandonan la colonia para convertirse en pupa en el suelo, en las proximidades de la colonia (Lundie 1940). La conversión en pupa dura unas 2 a 12 semanas, dependiendo de la temperatura y la humedad del suelo, pero puede tardar hasta 100 días en periodos fríos. Durante la eclosión, el pupario se rompe y el escarabajo adulto emerge (Neumann *et al.* 2013). Al entrar en la fase adulta, abandonan el suelo y pueden volar en busca de nuevas colonias hospedadoras, completándose de esta forma el ciclo biológico del pequeño escarabajo de la colmena (OIE 2013).



Figura 3. Ciclo de vida de *A. tumida* en colmenas de *A. mellífera*. Fuente Saldaña *et al* 2014.

### 3.7 Origen y distribución de *A. tumida*

La especie *A. tumida* (Coleóptera: Nitidulidae) fue nombrada y descrita en 1867 por Andrew Dickson Murray en los Anales y la Revista de Historia Natural de Londres. Recibió dos muestras procedentes de la Antigua Calabar, en la costa oeste de África. El pequeño escarabajo de la colmena (PEC) es un parásito y carroñero de abejas y otras colonias de abejas sociales nativas de África subsahariana, donde se consideran por lo general sólo una plaga menor. Pero no se hace mención del ser insecto asociado con las abejas melíferas en modo alguno (Lundie 1940, Neumann y Elzen, 2003).

Lundie (1940) señaló que “el primer registro en Sudáfrica del insecto fue por Harris, quien envió especímenes para la identificación desde Durban en 1920”.

El único reporte de investigación sobre PEC antes de encontrarse en Florida, fue realizado por Lundie en los años 30 y fue publicado en 1940 dicho documental denominado “The Small live beetle, *Aethina tumida*” Boletín de Ciencias 220 de la Unión de Sudáfrica.

En 1996, el PEC fue descubierto fuera de su área de distribución natural en colonias de abejas de subespecie europea en el sudeste de los EE.UU (Florida) y Hawai (Elzen *et al.* 2000; Ellis y

Ellis 2008). Desde entonces, se han informado introducciones de PEC en Canadá, Australia y el noreste de México (Guzmán y Corea 2012). En Nicaragua fue reportado por la OIE 2014; en estos países sigue considerándose como una especie exótica.

En El Salvador, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Fig. 4), en el año 2013 se encontró al escarabajo en el apiario ubicado en el Cantón el Zapote, del municipio de Caluco, Departamento de Sonsonate. Actualmente *A. tumida* se ha dispersado en 47 apiarios en la zona paracentral del país.

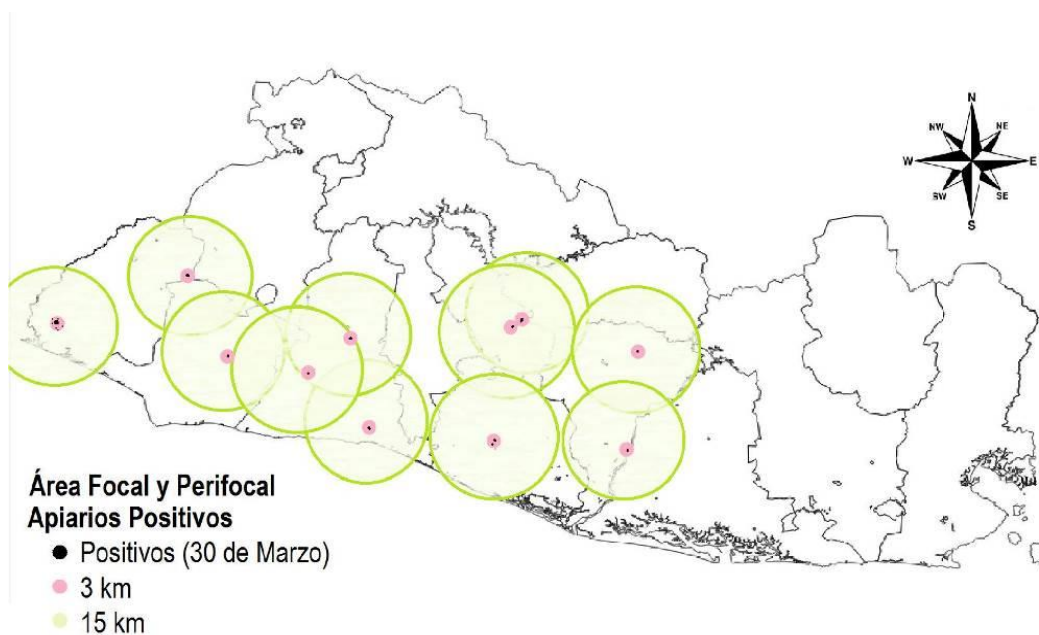


Figura 4. Distribución de *A. tumida* en el territorio salvadoreño. Fuente MAG 2013.

### Importancia económica

*A. tumida* no es considerado como un problema importante en Sudáfrica. Sin embargo, coincidiendo con su aparición en Estados Unidos, se ha denunciado una gran mortalidad de colmenas por parte de los apicultores de los Estados Unidos. Sin duda, el escarabajo aumenta el estrés de la colmena y puede ser un elemento más a tener en cuenta cuando sus efectos se multiplican con los de la varroa y otras enfermedades (UF / IFAS 1999).

El daño económico principal, sin embargo, es el producido por las larvas que se encuentran en las alzas de miel desprotegidas, se alimentan de miel y crías vivas, defecan en la miel, lo que origina una fermentación. La miel espumosa fermentada es abandonada por las abejas y no es apta para el consumo humano (UF / IFAS 1999).

### **3.8 Epizootiología del escarabajo**

En Sudáfrica *A. tumida* no se considera un serio problema y es activo solo en el verano durante el cual producen 5 generaciones en promedio, no obstante, en Estados Unidos ha provocado la muerte de miles de colonias de abejas, los escarabajos adultos se alimentan del polen y generalmente no causan mayor daño. Las larvas cuyo desarrollo es rápido, en la búsqueda de alimento dañan la cera de los panales y destruyen la cría. También pueden destruir panales vacíos mal almacenados, debido a que los túneles de las larvas atraviesan los panales y defecan sobre la miel provocando que esta se torne más líquida y fermente, por lo que escurren hasta el fondo de la colmena y sale por la piqueta. Las colonias severamente afectadas pueden morir o evadirse. Los daños suelen ser más graves cuando el problema se conjuga con la presencia de otros agentes patógenos como la varroa (SAGARPA 2002).

#### **Sintomatología**

Cuando los escarabajos adultos recién ingresan a una colmena es difícil observarlos, no obstante, transcurrido el tiempo el olor fermentado puede ser la primera muestra de una infestación por escarabajos. Las infestaciones larvianas se asocian con un olor a podrido debido a la muerte de la progenie de abejas melíferas y la fermentación de la miel almacenada (OIE 2013).

#### **Diagnostico**

Se realiza al trabajar de manera rutinaria en los apiarios. La búsqueda del PEC debe llevarse de manera minuciosa, inspeccionando tanto el exterior de la colmena como su interior (Guzmán y Correa 2012).



Detección a nivel de campo de *Aethina tumida*, el primer signo de infestación es la presencia de escarabajos adultos. Durante las inspecciones, los escarabajos adultos huyen de la luz, se esconden, y se pueden ver desplazándose para ponerse a cubierto en las esquinas o, de forma similar, sobre los panales. Los adultos pueden confundirse con escarabajos de otras especies, que también pueden asociarse a las colonias (SAGARPA 2002).

### **Diagnostico por observación**

Identificación del agente: las formas adultas y larvas son fáciles de ver en los panales, en el transcurso de la visita, se retiran todos los cuadros a examinar bien el fondo de la colonia para tratar de descubrir al pequeño coleóptero ya que este evita la luz y tiene preferencia por el fondo de las colmenas. La manipulación de colonias requiere una cierta formación y conocimiento de la biología y morfología del PEC en las colmenas, para poder inspeccionar correctamente las colonias de campo y detectar y reconocer rápidamente el daño causado por los distintos estadios de *A. tumida* (OIE 2013).

### **Diagnostico por trampas**

Varios dispositivos están disponibles para atrapar adultos de PEC dentro de las colonias. Todos ellos tienen entradas las cuales permiten el ingreso de los PEC, pero no el de las abejas. La mayoría de esas trampas usan aceite mineral o vegetal como agente letal. Hay trampas disponibles para todas las posiciones en la colmena: debajo de la madera de fondo, sobre la tabla de fondo, en los bastidores, como repuesto de un bastidor, entre extremos superiores de bastidores y a la entrada de la colmena (Neumann *et al.* 2013).

## **3.9 Prevención y Control**

Las medidas de prevención y control pueden ser culturales, genéticas, físicas, y químicas. Las medidas de control declarado por OIRSA 2011 son: el sacrificio, destrucción y desinfección de las colmenas afectadas en el apiario donde se ha declarado brote.

Según SAGARPA (2002) las medidas de prevención para el control de *Aethina tumida* son:

- ❖ Revisiones rutinarias que permitan diagnosticar cualquier enfermedad o plaga, ya sea de origen bacterial, fungosa, parasitaria u otras.
- ❖ Mantener limpio alrededor del lugar de extracción de la miel y de los apiarios.
- ❖ No dejar panales llenos de miel mucho tiempo antes de la extracción. Los escarabajos pueden acumularse rápidamente en miel guardada, especialmente cuando están lejos de abejas protectoras.
- ❖ Las abejas no limpiarán normalmente las alzas con miel fermentada. Sin embargo, las abejas pueden acabar el trabajo si el apicultor primero elimina tanta miel como sea posible con una manguera de alta presión de agua.
- ❖ Evitar tener colmenas en lugares arenosos o que facilitan que *A. tumida* empupe.
- ❖ Diseñar trampas para evitar que las larvas de *A. tumida* empupen.
- ❖ El control al suelo puede ayudar significativamente.
- ❖ Eliminar la colmena en caso de una infestación grave para evitar su expansión

### **Medidas culturales**

Lundie 1940, sugirió por primera vez medidas de control cultural que consistió en mantener colonias fuertes en buen estado físico. Las colonias móviles pueden ser recomendables para mantener una población baja del escarabajo. La capacidad del escarabajo para terminar su desarrollo puede variar según diversas condiciones del suelo, los apicultores pueden encontrar algunas localidades naturales menos propensas a la infestación del escarabajo (Guzmán y Correa 2012).

### **Medidas genéticas**

Es importante seleccionar abejas con alto comportamiento higiénico, un factor que pudiera ayudar a controlar naturalmente esta plaga en Latinoamérica, es la africanización de las colonias de abejas ya que el comportamiento higiénico y defensivo de las abejas africanizadas es mayor que el de las abejas europeas (Guzmán y Correa 2012). Seleccionar colonias con alto

comportamiento de limpieza, la capacidad de librarse activamente de las larvas y del adulto de *A. tumida* es un tipo de resistencia (seleccionar y propagar estas líneas). La fortaleza de una colonia también depende de la calidad de la reina, por lo que se deben reemplazar reinas viejas o enfermas (Saldaña *et al.* 2014).

### **Medidas de control químico**

Elzen *et al.* 2000 demostraron que permetrina (Gard-Star 40%) aplicada alrededor de las colonias tiene cierto éxito en matar larvas y pupas del escarabajo. Estas medidas deben ser la última opción de uso para el control del PEC. En los Estados Unidos se permite la aplicación de los siguientes productos químicos: el Gard Star<sup>R</sup> (Permetrina al 40%) o Cipermetrina (CAS 52315-07-8) asperjado en el suelo, alrededor de la colmena afectada en un radio de 1 metro, donde previamente se habrá removido el suelo hasta una profundidad de 20 cm para matar pupas de PEC y el Check mite<sup>R</sup> (Coumaphos al 10 %) que se aplica en tiras dentro de la colmena para matar escarabajos adultos y larvas. En Mexico y otros países Latinoamericanos estos productos no se encuentran autorizados (Guzmán y Correa 2012, OIRSA 2011).

### **Medidas físicas**

El uso de trampas para eliminar adultos y larvas del PEC. Las trampas Beeatle Eater, West Hood y Freeman, han demostrado una eficacia hasta de un 80% para atrapar escarabajos (Guzmán y Correa 2012).

### **Control con sustancias naturales para *A. tumida*.**

En Estados Unidos, Canadá, México han realizado estudios con atrayentes naturales para el control de esta plaga.

Hood y Miller (2003), utilizaron vinagre de sidra de manzana y aceite mineral como atrayentes, que colocaron en trampas “Hood”, observando que el vinagre de sidra mata más escarabajos en campo que el aceite mineral.

Nolan y Hood 2008, utilizaron dos atrayentes uno de ellos fue el vinagre de sidra de manzana y el otro un sustituto de polen inoculado con la levadura *Kodamaea ohmeri*, ambos demostraron ser efectivos en el control del insecto.

Kozak, 2010, colocó como atrayente vinagre de sidra de manzana en colmenas afectadas, obteniendo buenos resultados.

García *et al.* 2013, emplearon atrayentes de frutas de esencias y polen con miel, resultando ser efectivos registrando un promedio diario de 7.8 larvas y 7.7 adultos, es decir, 15.5 individuos de *A. tumida* por día.

Arbogast *et al.* (2007), experimentaron con los siguientes atrayentes: masa de polen de abejas y un sustituto comercial de polen, con y sin glicerol y miel, acondicionando estos cebos con levadura de *K. ohmeri* (NRRL Y-30722) como alimento para el PEC. Las trampas con masa acondicionada capturan más escarabajos y las inoculadas con *K. ohmeri*, colocadas debajo de las colmenas, capturan más escarabajos y casi los eliminan. La efectividad de la trampa inoculada con levadura tiene potencial para el manejo del PEC.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en finca los Tamarindos propiedad privada; ubicada en el Caserío la Arenera, Cantón Las Delicias, perteneciente al Municipio de San Juan Opico, se encuentra ubicado geográficamente en la región occidental de El Salvador (Fig. 5), entre los 13° 74' 75.1" Latitud Norte y 89° 34' 41.0" Longitud Oeste, a una altura de 500 msnm, Departamento de la Libertad (USAID 2012).

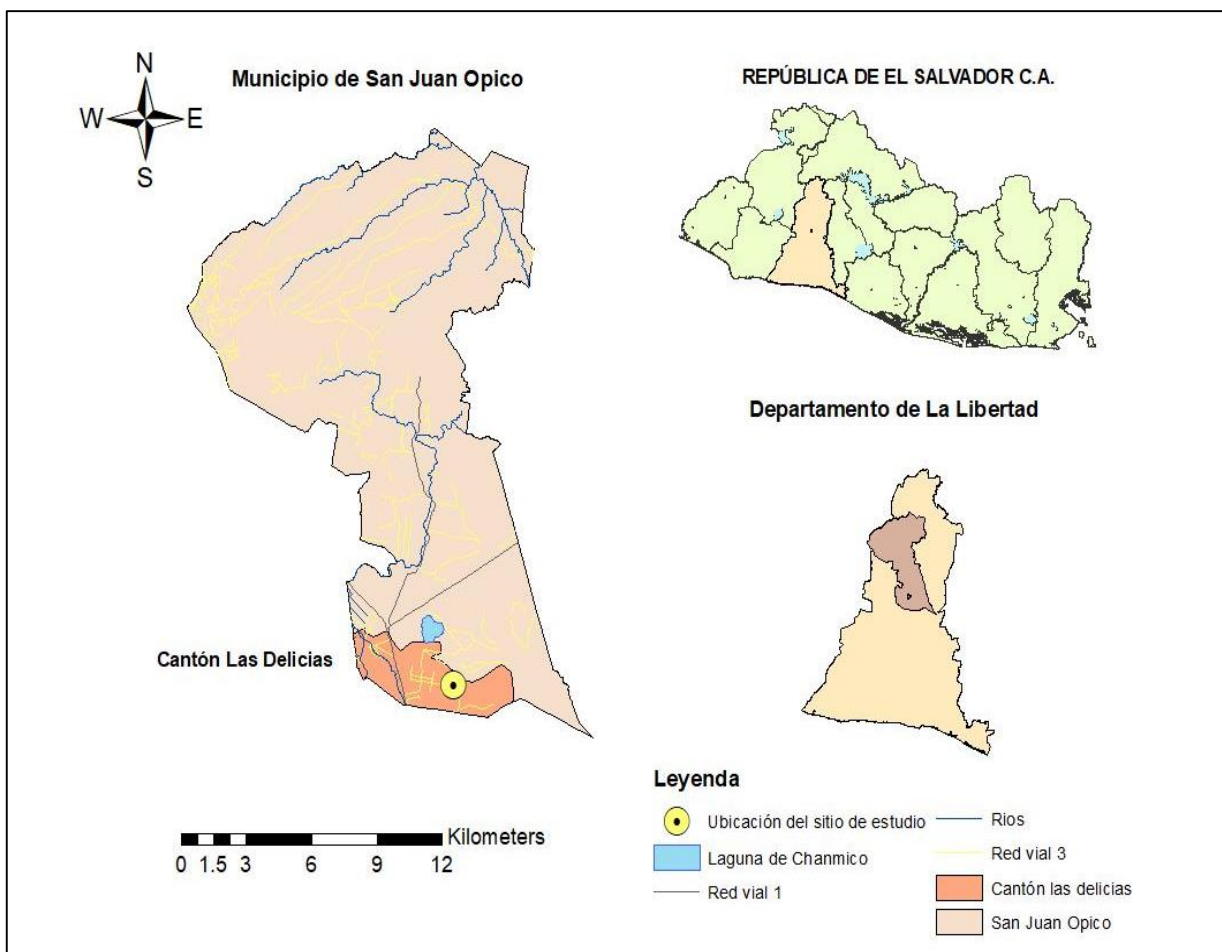


Figura 5. Ubicación geográfica de la finca los Tamarindos, Cantón Las Delicias, San Juan Opico, La Libertad. (Versión inédita)

#### 4.1.2 Descripción del sitio de estudio

La finca Los Tamarindos presenta una extensión de 3 mz, la vegetación está constituida por bosque húmedo tropical cuyas especies arbóreas más notables son: “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “manzana rosa” (*Zyzygium jambos*), “cedro” (*Cedrela odorata*), “chaperno” (*Albizia adinocephala*), “madrecacao” (*Gliricidia sepium*), “aceituno” (*Simarouba glauca*), “caulote” (*Guazuma ulmifolia*), “pepeto” (*Inga sp.*), “mango” (*Manguifera indica*), “limón” (*Citrus sp.*), “naranja” (*Citrus sp.*) y “café” (*Coffea arabica*). (Fig. 6). Con una predominancia de *Manguifera indica* y a su vez cuenta con una manzana de café con más de 10 años de existencia. (Perdomo<sup>2</sup> 2016 comunicación personal).

La zona se clasifica como “Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente”, con temperatura media anual que oscila entre los 23.8 °C a 32.9 °C. Precipitación media anual de 1,688 mm, de acuerdo a los datos de la Estación San Andrés, la lámina de lluvia sobre el entorno de estudio es de 1,701 mm, en la época lluviosa caen 1,572 mm y en la época seca 129 mm y una humedad de 76%. (Vargas 2015).



Figura 6. Zona de estudio finca los Tamarindos, Cantón las Delicias, San Juan Opico

---

<sup>2</sup> MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). El Salvador 2014. Roberto Armando Perdomo (comunicación personal, 20 de septiembre). Jefe de la unidad apícola.

## Características edáficas

Los diferentes tipos de suelo que se encuentran son: a) Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles, en terreno ondulado a montañoso muy accidentado; b) Litosoles y Regosoles, en terreno ondulado a montañoso muy accidentado; c) Regosoles y Aluviales, en terreno casi a nivel a ligeramente inclinado; d) Grumosoles, Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos (USAID 2012).

### 4.1.3 Sitio de muestreo

Los muestreos se llevaron a cabo en el apiario de la Finca los Tamarindos (Fig.7), el cual posee aproximadamente un 50% de sombra y un 50% de sol, cuenta con 40 cajas con colmenas de abejas rodeados de una vegetación densa, tiene la función de barreras vivas para la protección de los vientos y a la vez cercado con alambre de púa, para evitar que entren animales. Se encuentra en un terreno plano facilitando así el acceso inmediato y está alejado de las viviendas y vías públicas aproximadamente a 300 m. y a su vez cuenta con una vertiente de agua. Estas son algunas de las normas establecidas por el MAG que deben cumplirse para la ubicación e instalación de apiarios.



Figura 7. Distribución de las colmenas en apiario en Finca los Tamarindos, cantón las Delicias, San Juan Opico.



Las cajas con colmenas de donde se tomaron las muestras son de tipo langstroth (Fig.8), constituidas con madera de conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Las medidas de ellas son de 46 x 37 cm, distribuidas de la siguiente manera, la caja inferior llamada cámara de cría y la superior llamada cámara de miel, cada cámara cuenta con nueve bastidores (panales) haciendo un total de 18. Las colonias están formadas aproximadamente por 40,000 a 50,000 individuos.

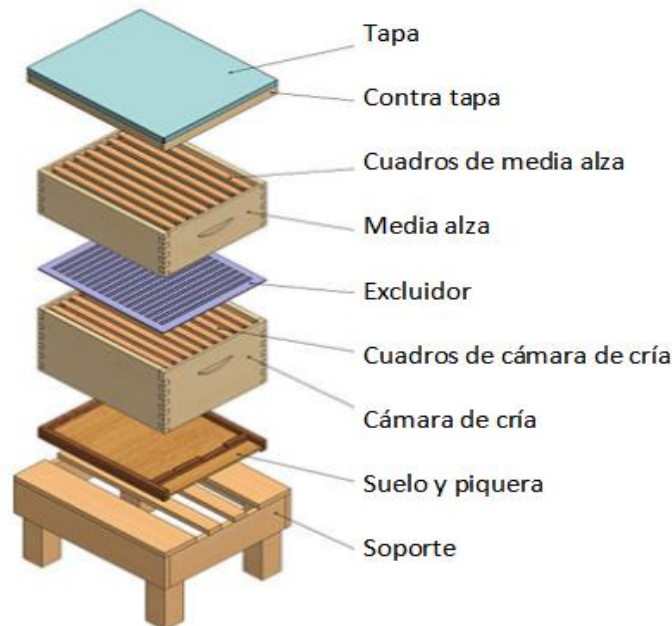


Figura 8. Partes de la estructura de la colmena tipo langstroth.

La distancia entre colmena y colmena es de un metro y se encuentran a una altura de 35 cm de la superficie del suelo, sostenidas por una base de madera del mismo material de la caja.

#### 4.2 COLECTA DE INDIVIDUOS PARA ENSAYO

Se ingreso al apiario con el respectivo equipo de protección (velo, overol, guantes y botas) y manejo (ahumador y espátula), aca fueron seleccionadas 5 colmenas al azar, ya que todas las unidades (colmenas) eran homogéneas por lo que tenían la misma probabilidad de ser elegidas, donde se recolectaron 4 escarabajos adultos de *A. tumida* por cada una, haciendo un total de 20 individuos, dicho procedimiento se hizo con el fin de homogenizar el material experimental, con el ahumador al máximo se procedio a ahumar las piqueras de las colmenas seleccionadas,



realizando una revisión minuciosa de cada una de ellas, los escarabajos son tres veces más pequeños que las abejas y al mismo tiempo huyen de la luz, una vez observados se procedió a extraerlos (Fig. 9) con un frasco succionador para insectos (Fig. 10) y fueron depositados en un frasco transparente para ser llevados al área del ensayo, ubicada en el mismo sitio a 300 metros del apiario para su respectivo estudio, este procedimiento se siguió para cada muestreo.

En esta fase se realizaron 20 muestreos, que comprendió del 13 de diciembre de 2016 a 23 de febrero de 2017, en cada muestreo se registró temperatura y humedad relativa del apiario (Fig. 11), se recolectaron 20 escarabajos adultos de *A. tumida*, que fueron trasladados al área de ensayo donde se llevó a cabo el experimento.



Figura 9. Extracción del escarabajo adulto *A. tumida*.



Figura 10. Succionador de toma de muestras entomológicas.



Figura 11. Termómetro para temperatura y humedad relativa.

### 4.3 PREPARACIÓN DE LOS ATRAYENTES

La preparación de los vinagres se llevó a cabo en las instalaciones de Laboratorio “B” de la Escuela de Biología en fecha 21 de noviembre de 2016.

Para la producción de los vinagres (piña, manzana y guineo) se utilizó fruta en estado de madurez avanzada y se ocuparon las mismas concentraciones de fruta (150 gr), dulce de panela (150 gr) y agua (1000 ml). Para comprobar la fermentación acética se utilizó 1gr de  $\text{NaHCO}_3$  (bicarbonato de sodio) (Acosta<sup>3</sup> 2016, comunicación personal), se extrajo 10 ml de la solución luego se aplicó  $\text{NaHCO}_3$ , la reacción de la sustancia fue la liberación de  $\text{CO}_2$ ; el tiempo de fermentación fue de 3 días y se registró un pH con un rango de 4 (recomendado para atracción de insectos) para cada uno de los vinagres; en las instalaciones de la Escuela de Química fueron medidos con un pH-metro (Denver Instrument, Model 225, PH.ISE Meter). Las características organolépticas de los vinagres el olor, sabor y color están muy apegadas al pH (Toledo<sup>4</sup> 2016, comunicación personal); luego los vinagres se llevaron a ebullición para detener el proceso de fermentación, se dejó enfriar y fueron guardados en botellas plásticas nuevas.

Se utilizaron 45 ml de cada vinagre elaborado por cada réplica en la fase de evaluación.

#### 4.3.1 Proceso de elaboración

Con la fruta previamente lavada, se procedió a pesarla con cascara y pulpa (Fig. 12); posteriormente se macero la fruta en un mortero con pistilo hasta dejarlo en partículas pequeñas (Fig. 13).

---

<sup>3</sup> UES (Universidad de El Salvador) 2016. Lic. Carlos Ernesto Acosta García (comunicación personal, 15 de noviembre). Docente investigador de la Escuela de Química Facultad Ciencias Naturales y Matemática.

<sup>4</sup> UES (Universidad de El Salvador) 2016. Rhina Antonieta Toledo Mendoza (comunicación personal, 4 de julio). Docente investigador de Laboratorio de investigación en productos naturales. Facultad de Química y Farmacia



Figura 12. Proceso de pesado de frutas.



Figura 13. Macerado de frutas.

Se procedió a esterilizar los beakers con agua sometida a ebullición (Fig. 14); en el Beaker se introdujo el macerado de fruta, dulce de panela y el agua, mezclando todos los ingredientes hasta lograr su homogenización. (Fig. 15), los recipientes se cubrieron con gasa y se dejó fermentar.



Figura 14. Esterilización de beakers, para elaboración de los vinagres.



Figura 15. Procedimiento de mezcla de los ingredientes para elaboración de los vinagres.

A los 3 días se quitó la gasa de los recipientes, se mezclaron nuevamente los ingredientes para culminar con el proceso de reacción a la fermentación acética; para comprobar la fermentación del vinagre se extrajo 10 ml de la solución y se aplicó 1gr de  $\text{NaHCO}_3$  (bicarbonato de sodio) al reaccionar se observó la liberación de  $\text{CO}_2$  (Fig. 16) lo que nos indica que hay presencia de vinagre, posteriormente se llevaron las muestras al Laboratorio de Química, donde se registró el pH (Fig.17); luego se llevaron a ebullición para detener el proceso de fermentación (Fig. 18), se dejó enfriar y se guardaron en botellas plásticas.



Figura 16. Aplicación de  $\text{NaHCO}_3$ .



Figura 17. Registro de Ph de los vinagres.



Figura 18. Vinagres a ebullición para detener la fermentación.

### Mezcla de polen con miel

Se utilizó miel del mismo apiario y polen granulado, en proporción 10gr de polen por 20 gr de miel, se dejó fermentar por 24 horas y se utilizó los 30 gr de la mezcla para cada réplica. (Control o testigo relativo) (Fig. 19)



Figura 19. Mezcla de miel con polen.

### **4.3.2 Evaluación de los atrayentes**

Esta fase se realizó en un periodo de dos meses y medio (10 semanas), realizando 2 repeticiones por semana haciendo un total de 20, que comprendió del 13 de diciembre de 2016 a 23 de febrero de 2017, Se llevó a cabo en una sala de estudio, ubicada en el mismo sitio a 300 metros del apiario. La sala utilizada, fue acomodada con cortinas oscuras, provocando un ambiente similar al que tenía el escarabajo en la colmena, ya que estos se llevaron en un frasco transparente y debían esperar un aproximado de 20 minutos (les servía para adaptarse y acomodarse), tiempo en el que se preparaba el equipo para el experimento que consistió en evaluar el efecto de cuatro sustancias naturales como atrayentes para el control del escarabajo adulto *A. tumida*, en abejas *A. mellífera*.

#### **Montaje del diseño experimental**

Sobre una mesa se montó la estructura (olfatometro) que comprendía una caja de plástico rectangular cubierta a su alrededor con papel lustre de color negro quedando oscuro por dentro y el papel blanco quedo por fuera, esto se debió que al momento de adquirir el papel era de 2 colores, no afectando en el desarrollo del experimento.

El olfatometro (caja) presentaba las medidas de 20x13x8 cm de largo, ancho y alto respectivamente, y en cada extremo se hizo un orificio para colocar una manguera plástica de 8 mm de diámetro y una longitud de 30 cm, que se introdujo en el orificio que se le realizo a los botes de plástico que contienen las sustancias (atrayentes), con dimensiones de 20 cm de diámetro por 5 cm de alto (Fig.20). Cada bote plástico tiene una capacidad de 60 ml y eran llenados en un 75% de su capacidad, siendo 45 ml de cada tratamiento. Según OIRSA (2011) el volumen de la sustancia que se aplicó, se tomó de referencia las trampas beetle blaster utilizadas en apiarios y que son colocadas sobre los extremos de los bastidores de la cría de las abejas en las colmenas.





Figura 20. Montaje del equipo utilizado en el laboratorio: a) Interior de la caja b) Exterior de la caja.

Con el equipo ya montado se procedió a la colocación de una viñeta sobre los botes, la cual contenía el nombre del tratamiento y número de réplica (Fig.21), luego estos fueron llenados con su respectiva sustancia y se taparon correctamente evitando que el olor se escapara, con el propósito de que la única salida que tuviera el olor fuera por medio de las mangueras que llegaban a la caja de plástico; inmediatamente se depositaron 20 escarabajos adultos en el centro de la caja y esta se cubrió para evitar que se escaparan (Fig. 22), dejándolos por un lapso de 15 minutos (Fig.23), tiempo suficiente para que los escarabajos mostraran algún comportamiento ante la presencia de las sustancias (atrayerentes), que fueron cada uno de los tratamientos correspondientes (mezcla de polen con miel, vinagre de piña, vinagre de manzana, y vinagre de guineo) Pasado los 15 minutos se procedió a descartar los escarabajos en un bote con alcohol 90° (Fig.24).



Figura 21. Equipo con sus respectivas viñetas



Figura 22. Colocación de *A. tumida*.



Figura 23. Control del tiempo del experimento.



Figura 24. Descarte de escarabajos en alcohol 90°.

Posteriormente fueron llevados un día después de cada réplica a las instalaciones del laboratorio “B” de la escuela de biología para determinar el sexo de cada uno de ellos, haciendo uso del método propuesto por Neuman *et al* (2013), siendo este el más sencillo para sexar adultos, que consiste en sujetar al escarabajo de manera que con las yemas de los dedos, se presionó suavemente el abdomen, esto causó que en el caso de las hembras extendieran fácilmente su ovopositor (Fig. 25), para el caso del macho se presionó más fuerte el abdomen para observar su octavo terguito, siendo este mucho más pequeño que el aparato reproductor de la hembra.

En la investigación se utilizaron cuatro tratamientos constituidos por: T1 mezcla de polen con miel, T2 vinagre de piña, T3 vinagre de manzana, y T4 vinagre de guineo.

Para la distribución de los tratamientos se rifo la posición en la que debían quedar en el experimento por cada réplica, siendo cuatro tratamientos, incluyendo un testigo relativo por réplica.



Figura 25. Sexado de escarabajo, hembra mostrando su ovopositor.

#### **4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó una prueba no paramétrica, aplicando la prueba de Kruskal Wallis. Las hipótesis de nuestra investigación son:

$H_0$  = Las cuatro sustancias tienen igual efecto de atracción

$H_i$  = Las cuatro sustancias tienen diferente efecto de atracción.

#### **4.5 TOMA DE DATOS**

Durante estos 15 minutos se observó si alguna de las sustancias tenía acción como atrayente y si existía cual era la diferencia de atracción entre ellas, con un cronómetro se registró el tiempo que tardaban en reaccionar los escarabajos ante la presencia de las sustancias y cuantos fueron atraídos por cada tratamiento, como cualquier otro comportamiento que se presentara en este lapso de tiempo, llevando el control en una hoja de registro donde se anotó la hora de inicio y la hora final, registrando lo que sucedía minuto a minuto durante el experimento (Anexo 1).

Luego los escarabajos que fueron atraídos y los que no reaccionaron a los tratamientos, se trasladaron al laboratorio de la Escuela de Biología para ser sexados, registrando cuantos eran machos y cuantas eran hembras.

Todo el procedimiento descrito anteriormente se siguió para cada una de las réplicas.



## V. RESULTADOS

### 5.1 Preferencias por vinagre

Se utilizaron 400 individuos, dividido en 20 réplicas, de estos, 204 fueron atraídos a las diferentes sustancias naturales empleadas y 196 no reaccionaron a ninguna de las sustancias utilizadas en la investigación. De los 204 escarabajos que fueron atraídos a las diferentes sustancias; el vinagre de manzana presentó mayor atracción con 83 individuos, seguido del vinagre de guineo con 61 escarabajos; el vinagre de piña y la mezcla de polen con miel ocuparon el tercero y cuarto lugar.

Tabla 2. Número de réplicas e individuos de escarabajos adultos *A. tumida* atraídos a los diferentes tratamientos.

| Replica (R)/<br>Tratamiento | Mezcla de polen<br>con miel | Vinagre de<br>piña | Vinagre de<br>manzana | Vinagre de<br>guineo | Total       |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| R <sup>5</sup> 1            | 1                           | 1                  | 6                     | 7                    | <b>15</b>   |
| R2                          | 0                           | 5                  | 5                     | 1                    | 11          |
| R3                          | 1                           | 1                  | 6                     | 6                    | <b>14</b>   |
| R4                          | 1                           | 5                  | 5                     | 1                    | 12          |
| R5                          | 1                           | 3                  | 4                     | 3                    | 11          |
| R6                          | 1                           | 0                  | 1                     | 4                    | 6           |
| R7                          | 0                           | 1                  | 1                     | 2                    | 4           |
| R8                          | 0                           | 0                  | 2                     | 4                    | 6           |
| R9                          | 0                           | 4                  | 3                     | 3                    | 10          |
| R10                         | 5                           | 1                  | 6                     | 4                    | <b>16</b>   |
| R11                         | 2                           | 2                  | 6                     | 2                    | 12          |
| R12                         | 1                           | 1                  | 4                     | 3                    | 9           |
| R13                         | 0                           | 1                  | 2                     | 1                    | 4           |
| R14                         | 1                           | 1                  | 1                     | 6                    | 9           |
| R15                         | 2                           | 0                  | 8                     | 1                    | 11          |
| R16                         | 2                           | 2                  | 5                     | 3                    | 12          |
| R17                         | 2                           | 1                  | 3                     | 2                    | 8           |
| R18                         | 1                           | 2                  | 5                     | 2                    | 10          |
| R19                         | 2                           | 1                  | 4                     | 4                    | 11          |
| R20                         | 3                           | 2                  | 6                     | 2                    | 13          |
| <b>Total</b>                | <b>26</b>                   | <b>34</b>          | <b>83</b>             | <b>61</b>            | <b>204</b>  |
| $\bar{x}$                   | <b>1.3</b>                  | <b>1.7</b>         | <b>4.15</b>           | <b>3.05</b>          | <b>10.2</b> |

<sup>5</sup> R: significa replica

El promedio de escarabajos que reaccionaron a las diferentes sustancias fue de  $\bar{X}$  10.2, de los 20 individuos usados en cada réplica. La R10 tiene un mayor número de individuos atraídos (16 individuos), seguido de la R1 con 15 escarabajos y la R3 con 14 insectos atraídos. Un número de 10 réplicas presentaron reacción positiva a los atrayentes evaluados con individuos atraídos que oscilaban entre los 10 y los 13 escarabajos. Del total de réplicas en la R7 y R13, fueron donde se tuvo los datos más bajos de individuos atraídos.

De las cuatro sustancias evaluadas, solo el vinagre de manzana y guineo presentaron respuesta favorable durante las 20 réplicas; el vinagre de piña presentó datos favorables en 17 réplicas en cambio la mezcla de polen con miel solo generó datos de atracción en 15 repeticiones.

De las réplicas realizadas en la investigación, el número de escarabajos atraídos a la mezcla de polen con miel (sustancia testigo o control) tiene un promedio por muestreo de 1.3 individuos; el vinagre de piña 1.7 insectos; la sustancia de guineo 3.05 individuos y el vinagre de manzana 4.15 individuos (Tabla 2).

De los 204 escarabajos atraídos que representan el 100%, el 13% fue atraído a la mezcla de polen con miel; el 16% por el vinagre de piña; el 30% por el vinagre de guineo y el 41% hacia el vinagre de manzana (Fig. 26)

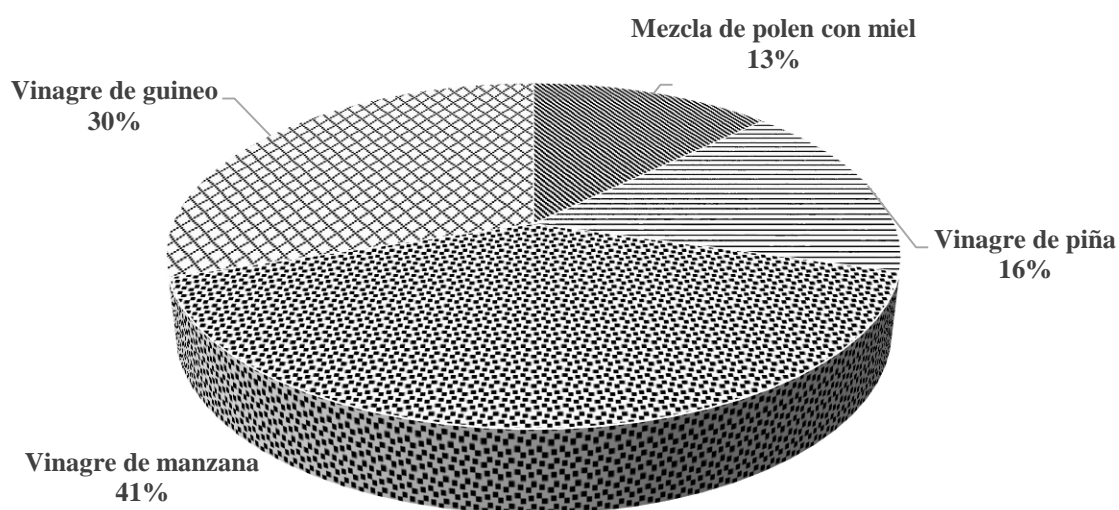


Figura 26. Porcentaje de individuos atraídos a las diferentes sustancias.

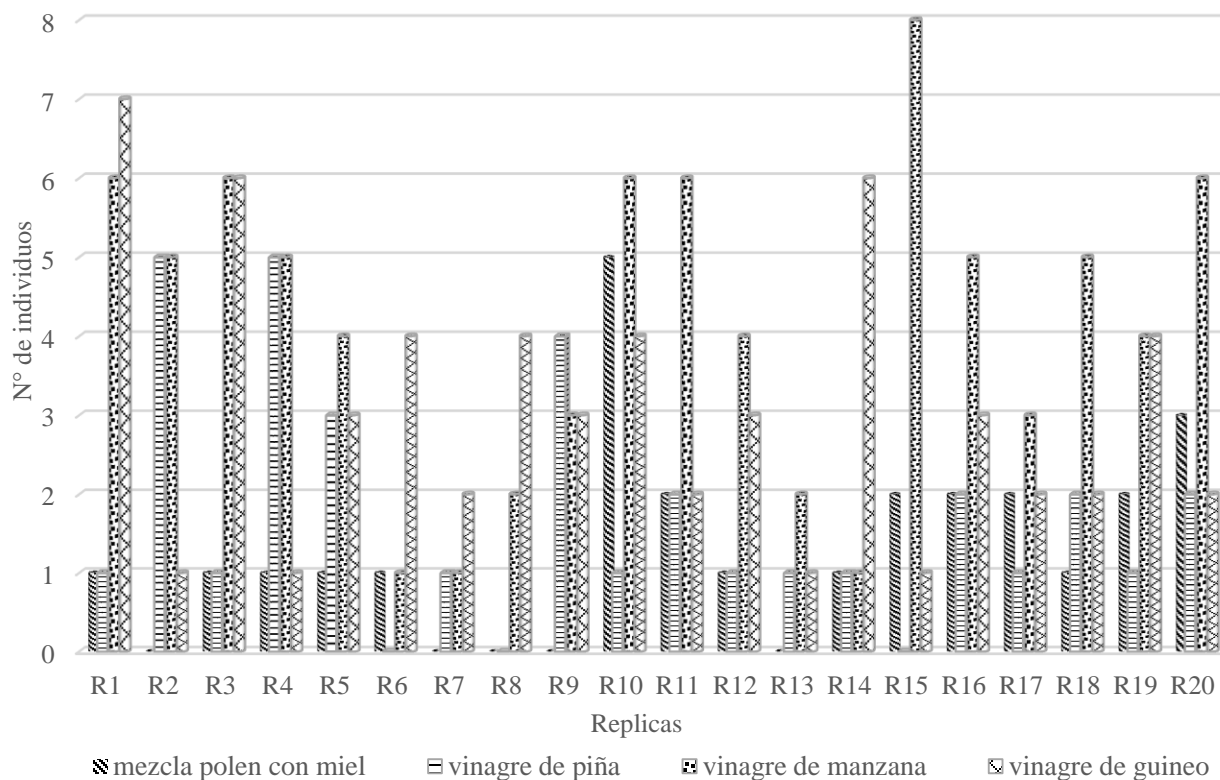


Figura 27. Número de individuos atraídos a las sustancias evaluadas durante las 20 réplicas

De las 20 réplicas aplicadas, en 13 de ellas se reportan reacción positiva de los escarabajos para las cuatro sustancias evaluadas. En seis replicas llegaron a tres de las sustancias y una réplica (R8) registro reacción positiva para dos vinagres (vinagre de manzana y guineo).

En 15 réplicas se tiene la representación de 1 individuo atraído a las diferentes sustancias evaluadas.

El máximo número de escarabajos atraídos lo presentó el vinagre de manzana con 8 individuos en la R15, en el vinagre de guineo se registraron 7 insectos atraídos en la R1. El vinagre de manzana presenta 6 escarabajos en cinco réplicas (1, 3, 10, 11, y 20), mismo número de individuos se registraron para el vinagre de guineo en 2 réplicas (3 y 14); la mezcla de polen con miel presentó 5 insectos atraídos en la R10 y esta sustancia no tuvo registro de escarabajos en 5 réplicas (2, 7, 8, 9 y 13); el vinagre de piña registro 5 escarabajos atraídos siendo el número mayor que atrajo en 2 repeticiones (2 y 4), en 9 réplicas (1, 3, 7, 10, 12, 13, 14, 17 y 19) se tuvo la presencia de un individuo (Fig. 27).

## 5.2 Sexuado

En la investigación se realizó el sexuado para los 204 individuos que reaccionaron positivamente a las diferentes sustancias de los cuales 138 fueron machos y 66 hembras, de los 196 que no reaccionaron a ninguna de las sustancias en estudio 124 machos y 72 hembras; se realizó por réplica y atrayente para conocer el número de hembras y machos atraídos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por réplica a las diferentes sustancias.

| <b>Sexo/Replica</b>         | <b>Hembras</b> | <b>Machos</b> | <b>N° de individuos</b> |
|-----------------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| R1                          | 2              | <b>13</b>     | <b>15</b>               |
| R2                          | 2              | 9             | 11                      |
| R3                          | 2              | <b>12</b>     | <b>14</b>               |
| R4                          | 2              | 10            | 12                      |
| R5                          | 2              | 9             | 11                      |
| R6                          | 1              | 5             | 6                       |
| R7                          | 0              | 4             | 4                       |
| R8                          | 2              | 4             | 6                       |
| R9                          | 4              | 6             | 10                      |
| R10                         | <b>7</b>       | 9             | <b>16</b>               |
| R11                         | 5              | 6             | 11                      |
| R12                         | 4              | 5             | 9                       |
| R13                         | 1              | 3             | 4                       |
| R14                         | 3              | 7             | 10                      |
| R15                         | 6              | 5             | 11                      |
| R16                         | 4              | 8             | 12                      |
| R17                         | 2              | 6             | 8                       |
| R18                         | 4              | 6             | 10                      |
| R19                         | 6              | 5             | 11                      |
| R20                         | <b>7</b>       | 6             | 13                      |
| <b>Total</b>                | <b>66</b>      | <b>138</b>    | <b>204</b>              |
| <b><math>\bar{x}</math></b> | <b>3.3</b>     | <b>6.9</b>    | <b>10.2</b>             |

Los datos indican que, los machos presentaron una  $\bar{x}= 6.9$  mayor que de las hembras  $\bar{x}=3.3$ ; los machos es el sexo dominante en la investigación, están presentes en las 20 réplicas y las hembras se reportan en 19 de las réplicas, con una proporción 2:1.

De las 20 réplicas, la R10 tuvo mayor número de individuos atraídos con 16 escarabajos (9 machos y 7 hembras); seguido de la R1 con 15 insectos (13 machos y 2 hembras) la R3 con 14

escarabajos atraídos (12 machos y 2 hembras). En caso contrario las réplicas con menor abundancia son: R7 con 4 individuos (4 machos) y la R13 con 4 individuos (1 hembra y 3 machos), estas dos replicas son las que obtuvieron los datos más bajos de escarabajos atraídos (Tabla 3).

### 5.3 Preferencia sexual por tipo de atrayente

Tabla 4. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por replica a las diferentes sustancias.

| Tratamiento /Sexo | Mezcla de polen con miel | Vinagre de piña | Vinagre de manzana | Vinagre de guineo | Total      |
|-------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|------------|
| Hembra            | 12                       | 13              | 25                 | 16                | <b>66</b>  |
| Macho             | 14                       | 21              | 58                 | 45                | <b>138</b> |
| <b>Total</b>      | <b>26</b>                | <b>34</b>       | <b>83</b>          | <b>61</b>         | <b>204</b> |

En cuanto a la preferencia de los atrayentes por sexo, el vinagre de manzana presentó el mayor número de individuos 25 hembras y 58 machos, en segundo lugar, está el vinagre de guineo con 16 hembras y 45 machos, en la sustancia de piña se contabilizaron 13 hembras y 21 machos y la mezcla de polen con miel presentó menor número de hembras y machos (Tabla 4).

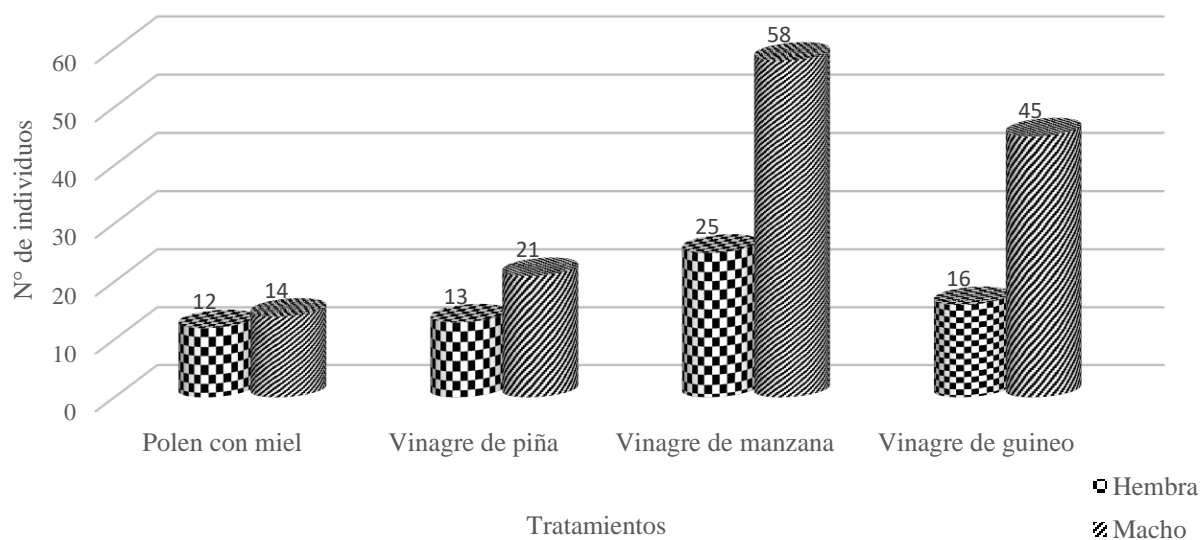


Figura 28. Número de hembras y machos atraídos a las sustancias evaluadas.

De los 204 escarabajos atraídos a los diferentes atrayentes, se muestra en la Fig. 28 la dominancia de los machos a las diferentes sustancias; el vinagre de manzana atrajo al mayor

número de machos (58); el vinagre de guineo reporta 45 machos siendo la segunda sustancia que atrajo la mayor cantidad de insectos; el vinagre de piña agrado a 21 machos y la mezcla de polen con miel reporta la menor cantidad 14 machos. Las hembras siguen la misma tendencia, reportándose en el vinagre de manzana 25, seguido del vinagre de guineo con 16; en tercer lugar, se encuentra el vinagre de piña con un registro de 13 y la mezcla de polen con miel con 12.

#### 5.4 Registro de tiempo de evaluación de atrayentes.

El tiempo establecido para evaluar la reacción de los escarabajos adultos del PEC durante las 20 replicas fue de 15 minutos; el minuto 12 se registró la mayor cantidad con un total de 26 individuos, seguido del minuto 10 con 23 escarabajos, el minuto 8 con 20 individuos y el minuto uno con el menor registro equivalente a 4 individuos (Tabla 5).

Tabla 5. Registro del tiempo (minutos) y número de escarabajos atraídos en las diferentes réplicas.

| Replicas     | Tiempo (minutos) |          |           |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | Total      |
|--------------|------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | 1                | 2        | 3         | 4        | 5        | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        |            |
| R1           | 0                | 0        | 0         | 1        | 0        | 2         | 0         | 3         | 1         | 1         | 1         | 3         | 2         | 0         | 1         | <b>15</b>  |
| R2           | 0                | 0        | 0         | 4        | 0        | 2         | 2         | 2         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 11         |
| R3           | 0                | 0        | 1         | 0        | 2        | 0         | 2         | 2         | 0         | 2         | 0         | 3         | 1         | 1         | 0         | <b>14</b>  |
| R4           | 0                | 0        | 4         | 0        | 2        | 1         | 2         | 2         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 12         |
| R5           | 0                | 2        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 2         | 0         | 0         | <b>6</b>  | 11         |
| R6           | 0                | 2        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 6          |
| R7           | <b>2</b>         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2         | 0         | 0         | 0         | 4          |
| R8           | 0                | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 3         | 6          |
| R9           | 0                | 1        | 1         | 1        | 0        | 0         | 1         | 1         | 0         | 2         | 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 10         |
| R10          | <b>1</b>         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 2         | 2         | 3         | 2         | 1         | 2         | 1         | <b>16</b>  |
| R11          | <b>1</b>         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0         | 0         | 0         | 3         | 2         | 3         | 1         | 1         | 0         | 12         |
| R12          | 0                | 1        | 1         | 0        | 2        | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 9          |
| R13          | 0                | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 4          |
| R14          | 0                | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 3         | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 2         | 9          |
| R15          | 0                | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 2         | 0         | 0         | 0         | <b>5</b>  | 0         | 0         | 3         | 1         | 11         |
| R16          | 0                | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 0         | 12         |
| R17          | 0                | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 8          |
| R18          | 0                | 0        | 1         | 0        | 1        | 0         | 0         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 2         | 0         | 0         | 10         |
| R19          | 0                | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 3         | 1         | 2         | 0         | 11         |
| R20          | 0                | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 0         | 2         | 2         | 3         | 1         | 2         | 0         | 2         | 0         | 13         |
| <b>Total</b> | <b>4</b>         | <b>7</b> | <b>10</b> | <b>7</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>20</b> | <b>12</b> | <b>23</b> | <b>20</b> | <b>26</b> | <b>11</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>204</b> |
| $\bar{x}$    | 1.3              | 1.4      | 1         | 1.75     | 1.5      | 1         | 1.75      | 1.4       | 1.2       | 1.6       | 1.67      | 1.9       | 1.22      | 1.5       | 2         |            |

De los 15 minutos establecidos para evaluar la reacción de los escarabajos ante las diferentes sustancias, se reportó a los 8,10 y 12 minutos la presencia de individuos en 14 replicas; al minuto 11 la presencia de escarabajos en 12 repeticiones; en los minutos 9 y 14 respondieron los individuos en 10 replicas.

En la R5 minuto 15 se registró el mayor número de escarabajos traídos por las diferentes sustancias, seguido de la R15 minuto 11 que reportó 5 individuos, la R2 minuto 4, tuvo la movilización de 4 individuos, igual número de escarabajos se reportan para la R4 minuto 3.

De las 20 replicas aplicadas, la R10 reporta movilización de los escarabajos a las diferentes sustancias desde el minuto 1 con inactividad del minuto 4 al 8, reanudando su actividad del minuto 9 al 15 (Tabla 5).

Tabla 6. Registro del tiempo (minutos) y número de escarabajos atraídos a las sustancias evaluadas en la investigación.

| Atrayentes         | Tiempo (minutos) |          |           |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | Total      | $\bar{x}$   |
|--------------------|------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
|                    | 1                | 2        | 3         | 4        | 5        | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        |            |             |
| Polen con miel     | 0                | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0         | 2         | 1         | 5         | 3         | 3         | 1         | 7         | 3         | 26         | 1.73        |
| Vinagre de piña    | 2                | 2        | 2         | 2        | 1        | 2         | 4         | 4         | 1         | 3         | 3         | 3         | 2         | 2         | 1         | 34         | 2.27        |
| Vinagre de manzana | 2                | 1        | 6         | 5        | 6        | 4         | 6         | 9         | 3         | 8         | 9         | 9         | 4         | 4         | 7         | <b>83</b>  | <b>5.53</b> |
| Vinagre de guineo  | 0                | 4        | 2         | 0        | 2        | 3         | 4         | 5         | 7         | 7         | 5         | 11        | 4         | 2         | 5         | <b>61</b>  | <b>4.07</b> |
| <b>Total</b>       | <b>4</b>         | <b>7</b> | <b>10</b> | <b>7</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>20</b> | <b>12</b> | <b>23</b> | <b>20</b> | <b>26</b> | <b>11</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>204</b> | <b>10.2</b> |

De los 204 escarabajos adultos atraídos por las diferentes sustancias, se registró el tiempo en minutos que tardó en reaccionar el escarabajo, el minuto 12 fue donde se tuvo la mayor respuesta de individuos a las diferentes sustancias, el min.1 fue el que presento la menor cantidad de insectos.

El vinagre de manzana presento mayor atracción con 83 individuos, con un promedio de 5.53 individuos por minuto seguido del vinagre de guineo con 61 escarabajos, promedio de 4.07 por minuto; el vinagre de piña y la mezcla de polen con miel ocuparon el tercero y cuarto lugar con un promedio de 2.27 y 1.73 de insectos por minuto durante las 20 réplicas (Tabla 6).

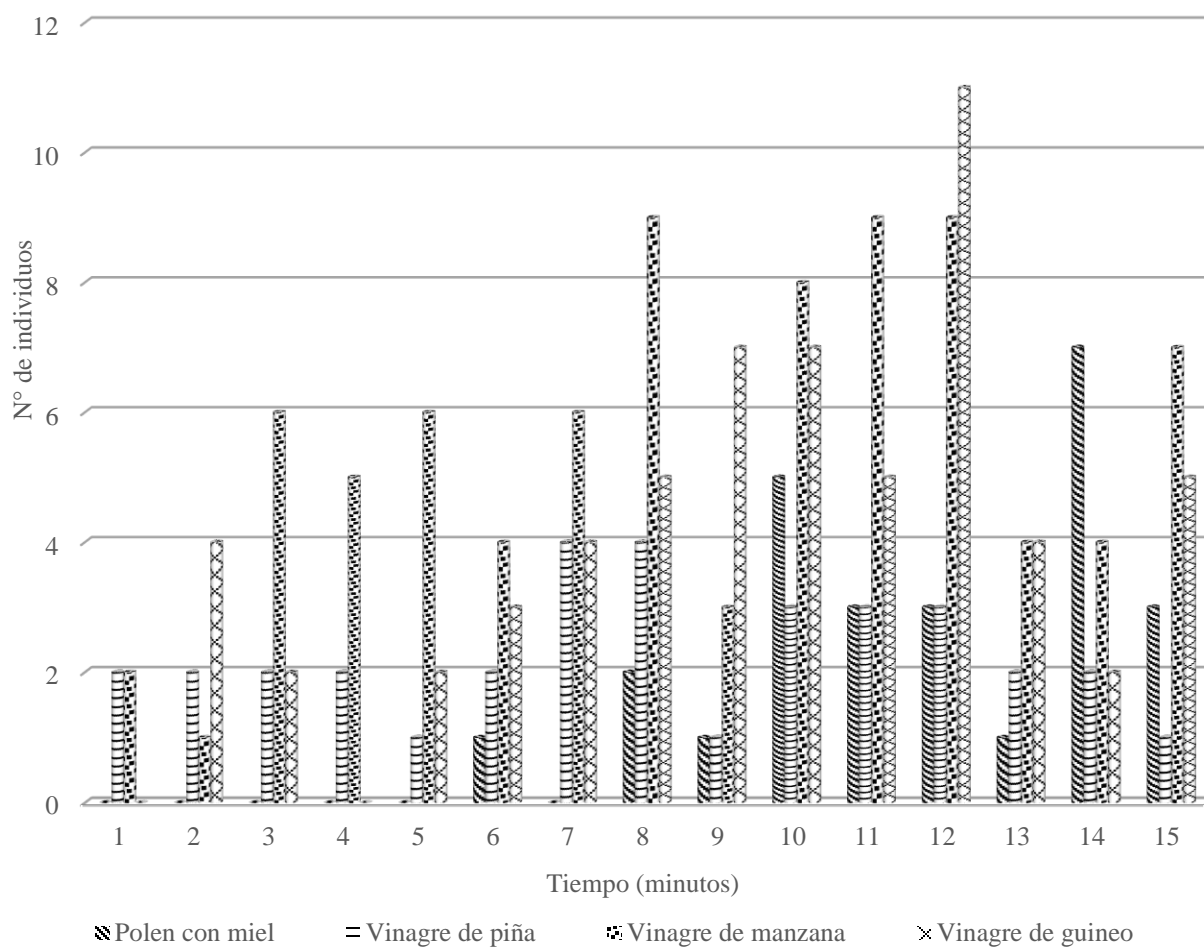


Figura 29. Número de individuos atraídos durante el tiempo de evaluación de las sustancia.

De los 400 escarabajos de prueba, 204 fueron atraídos a las diferentes sustancias, registrando el tiempo que tarda en reaccionar. Los resultados obtenidos durante esta fase son heterogeneos se muestra que en el minuto 1, se tuvo un total de 4 individuos, reaccionando 2 escarabajos para dos sustancias (vinagre de piña y manzana); en el minuto 2 se tiene presencia de 7 escarabajos para tres tratamientos (vinagre de piña, manzana y guineo); al minuto 6 hubo atracción para todos los atrayentes registrandose el primer individuo para la mezcla de polen con miel; al minuto 12 se registró para el vinagre de guineo la mayor presencia de *A. tumida* con 11 individuos (Fig 29).



## 5.5 Resultado por tipo de atrayente

En la investigación se registró el tiempo en minutos, que tardó en reaccionar *A. tumida* ante la presencia de las sustancias naturales, obteniéndose los siguientes resultados:

### 5.5.1 Mezcla de polen con miel

Tabla 7. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos en las 20 réplicas, para la mezcla de polen con miel.

| Réplica      | Tiempo (minutos) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Total     |
|--------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       |           |
| R1           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1         |
| R2           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R3           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         |
| R4           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         |
| R5           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1         |
| R6           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R7           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R8           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R9           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R10          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 5         |
| R11          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 2         |
| R12          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R13          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R14          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R15          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2         |
| R16          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 2         |
| R17          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 2         |
| R18          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R19          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 2         |
| R20          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 3         |
| <b>Total</b> | <b>0</b>         | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>7</b> | <b>3</b> | <b>26</b> |

Para la mezcla de polen con miel, reaccionaron favorablemente 26 individuos; en los primeros 5 minutos de todas las réplicas el escarabajo no llegó a la sustancia, de igual manera para el minuto 7. La velocidad de reacción mayor se obtuvo desde el minuto 6, con un máximo en el minuto 14 con 7 individuos, el segundo tiempo de reacción fue en el minuto 10 con 5 individuos (Tabla 7).

Durante las réplicas no se tuvo respuesta de escarabajos hacia el atrayente en las R2, R7, R8, R9, y R13; en las R1, R3, R4, R5, R6, R12, R14 y R18 se registró la presencia de un individuo, la R10 reportó el mayor número de escarabajos atraídos por la sustancia, la R20 presentó 3 insectos (Tabla 7).

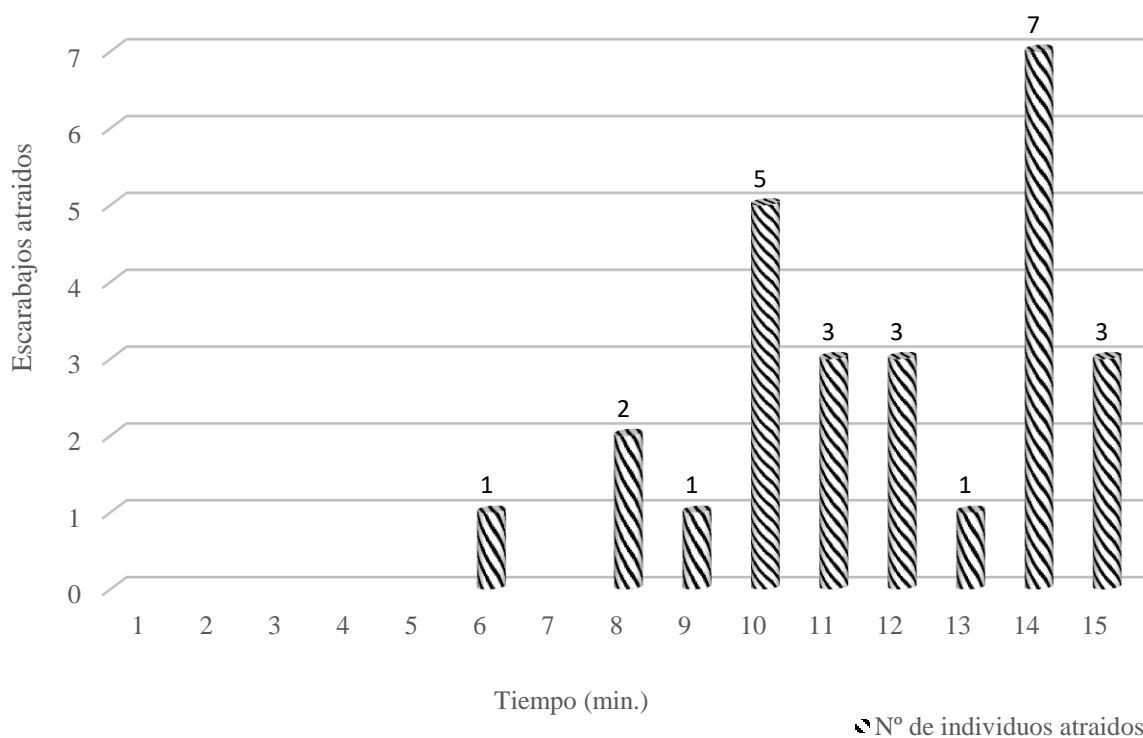


Figura 30. Número de individuos atraídos a la mezcla de polen con miel.

Con base a los resultados obtenidos para el atrayente polen con miel los 26 escarabajos que reaccionaron favorablemente al tiempo de exposición, se puede afirmar que de los minutos 1 al 5 y minuto 7 no se obtuvo respuesta de ningún individuo; se reportó la presencia de un individuo en los minutos 6, 9 y 13, en el minuto 8 se reportó dos escarabajos, al minuto 10 se registrarán 5 bichos, en los minutos 11, 12 y 15 llegaron 3 insectos, al minuto 14 se reporta el mayor número de escarabajos con un total de 7 (Fig. 30)

Tabla 8. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por réplica para la mezcla polen con miel.

| <b>Sexo/Réplica</b> | <b>Hembras</b> | <b>Machos</b> | <b>N° de individuos</b> |
|---------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| R1                  | 1              | 0             | 1                       |
| R2                  | 0              | 0             | 0                       |
| R3                  | 0              | 1             | 1                       |
| R4                  | 0              | 1             | 1                       |
| R5                  | 0              | 1             | 1                       |
| R6                  | 1              | 0             | 1                       |
| R7                  | 0              | 0             | 0                       |
| R8                  | 0              | 0             | 0                       |
| R9                  | 0              | 0             | 0                       |
| R10                 | 3              | 2             | <b>5</b>                |
| R11                 | 0              | 2             | 2                       |
| R12                 | 1              | 0             | 1                       |
| R13                 | 0              | 0             | 0                       |
| R14                 | 0              | 1             | 1                       |
| R15                 | 1              | 1             | 2                       |
| R16                 | 0              | 2             | 2                       |
| R17                 | 1              | 1             | 2                       |
| R18                 | 0              | 1             | 1                       |
| R19                 | 2              | 0             | 2                       |
| R20                 | 2              | 1             | <b>3</b>                |
| <b>Total</b>        | <b>12</b>      | <b>14</b>     | <b>26</b>               |

Con base a los datos de la tabla 8 relacionado al comportamiento según el sexo de los 26 escarabajos atraídos a la mezcla de polen con miel fueron 12 hembras y 14 machos, las hembras se reportaron para 8 réplicas (1, 6, 10, 12, 15, 17, 19 y 20) y los machos para 11 réplicas (3, 4, 5, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18 y 20).

La R10, tiene la mayor cantidad de individuos atraídos siendo 3 hembras y 2 machos, en segundo lugar, la R20 con un total de 3 individuos, 2 hembras y 1 macho, en tercer lugar, las réplicas 15 y 17 con un total de 2 individuos, una hembra y un macho. En tres replicas (1, 6 y 12) se tiene la presencia de un escarabajo hembra y cinco réplicas (3, 4, 5, 14 y 18) un escarabajo macho (Tabla 8).

### 5.5.2 Vinagre de piña

Tabla 9. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas en el vinagre de piña.

| Réplica      | Tiempo (minutos) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Total     |
|--------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       |           |
| R1           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R2           | 0                | 0        | 0        | 2        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 5         |
| R3           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R4           | 0                | 0        | 2        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 5         |
| R5           | 0                | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 3         |
| R6           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R7           | 1                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R8           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R9           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 4         |
| R10          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R11          | 1                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2         |
| R12          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R13          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R14          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R15          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| R16          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 2         |
| R17          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R18          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2         |
| R19          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         |
| R20          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2         |
| <b>Total</b> | <b>2</b>         | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>34</b> |

La reacción ante el vinagre de piña fue de 34 individuos; la velocidad de reacción se presentó desde el minuto uno hasta el 15. Para los minutos 7 y 8 la suma de las repeticiones de cada uno registra un total de 4 escarabajos, este es el mayor número de individuos registrados para esta sustancia, en segundo lugar, se tiene a los minutos 10, 11 y 12 con 3 escarabajos cada uno (Tabla 9).

Con base a los resultados observados en la tabla 9 se puede afirmar que el número de insectos atraídos al atrayente vinagre de piña, durante las 20 réplicas en la R6, R8 y R15 no existió registro de individuos; en 9 réplicas (1,3,7,10, 12,13,14, 17,19) se tuvo la presencia de un individuo, la R9 reportó la presencia de 4 escarabajos y las réplicas 2 y 4 muestra el número máximo de 5 escarabajos atraídos para esta sustancia

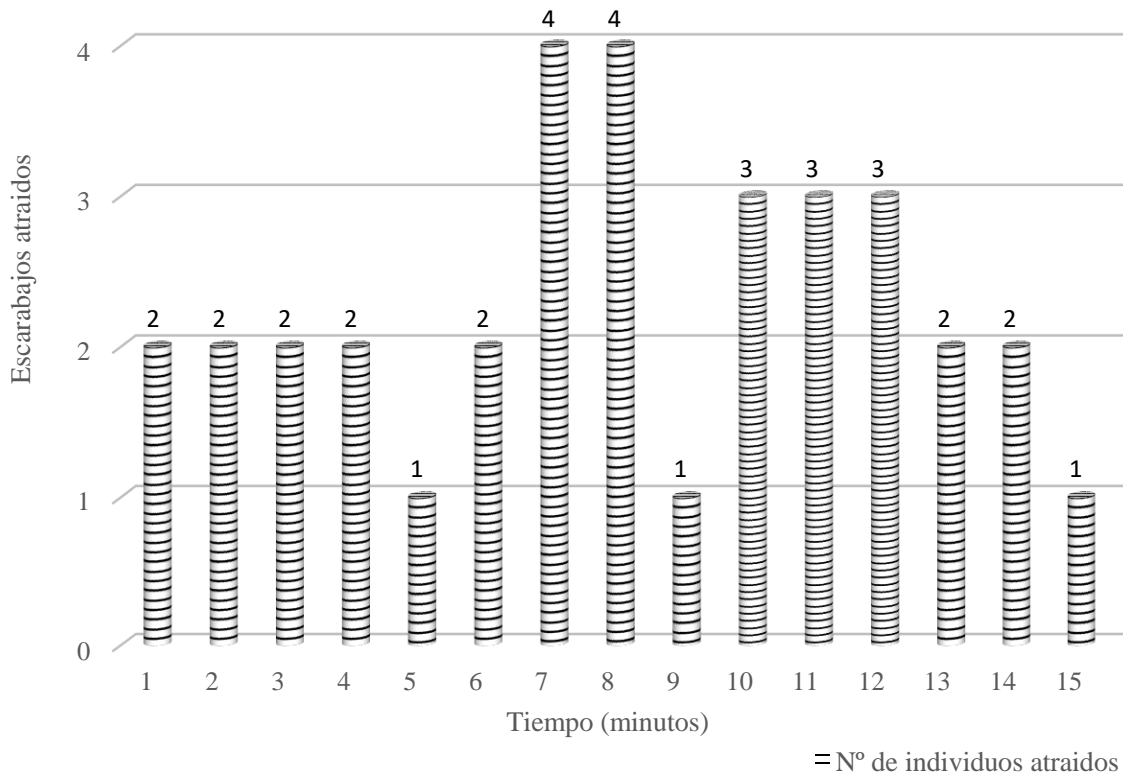


Figura 31. Número de individuos atraídos durante el tiempo de evaluación al atrayente vinagre de piña.

En relación al vinagre de piña como atrayente se reportan 34 individuos de *A. tumida*; que tuvieron respuesta en el tiempo de prueba, se puede afirmar que los minutos 7 y 8 se tuvo mayor respuesta de 4 individuos; en la misma grafica nos indica un segundo momento de mayor respuesta el cual se localiza en los minutos 10, 11 y 12 con 3 individuos atraídos en cada uno de estos momentos, los minutos 1,2,3,4,6,13 y 14 reportaron 2 escarabajos, los minutos 5, 9, y 15 fueron los momentos en que se observo la menor actividad de respuesta ya que solamente se reporta 1 individuo.

Tabla 10. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por el vinagre de piña.

| <b>Sexo/Réplica</b> | <b>Hembras</b> | <b>Machos</b> | <b>N° de individuos</b> |
|---------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| R1                  | 0              | 1             | 1                       |
| R2                  | 1              | 4             | <b>5</b>                |
| R3                  | 1              | 0             | 1                       |
| R4                  | 1              | 4             | <b>5</b>                |
| R5                  | 1              | 2             | 3                       |
| R6                  | 0              | 0             | 0                       |
| R7                  | 0              | 1             | 1                       |
| R8                  | 0              | 0             | 0                       |
| R9                  | 1              | 3             | <b>4</b>                |
| R10                 | 0              | 1             | 1                       |
| R11                 | 1              | 1             | 2                       |
| R12                 | 0              | 1             | 1                       |
| R13                 | 1              | 0             | 1                       |
| R14                 | 0              | 1             | 1                       |
| R15                 | 0              | 0             | 0                       |
| R16                 | 2              | 0             | 2                       |
| R17                 | 0              | 1             | 1                       |
| R18                 | 2              | 0             | 2                       |
| R19                 | 1              | 0             | 1                       |
| R20                 | 1              | 1             | 2                       |
| <b>TOTAL</b>        | <b>13</b>      | <b>21</b>     | <b>34</b>               |

Para el vinagre de piña, reaccionaron un total de 34 individuos siendo estos 13 hembras y 21 machos, las hembras se reportan en 11 réplicas y los machos en 12.

En las R2 y R4 se tienen la mayor cantidad de individuos atraídos, siendo 5 para cada uno, una hembra y 4 machos, en segundo lugar, la R9 tiene un total de 4 individuos: una hembra y 3 machos, en tercer lugar, la R5 con un total de 3 individuos: una hembra y dos machos. En R11 y R20 se tiene la presencia de un escarabajo hembra y un macho, en las R1, R7, R10, R12, R14 y R17 se tienen la presencia de un escarabajo macho, y en las R3, R13 y R19 se reportó una hembra (Tabla 10).

### 5.5.3 Vinagre de manzana

Tabla 11. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas, en el vinagre de manzana

| Réplica      | Tiempo (minutos) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Total     |
|--------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       |           |
| R1           | 0                | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 2        | 1        | 0        | 0        | <b>6</b>  |
| R2           | 0                | 0        | 0        | 2        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>5</b>  |
| R3           | 0                | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 2        | 1        | 0        | 0        | <b>6</b>  |
| R4           | 0                | 0        | 2        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>5</b>  |
| R5           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 3        | <b>4</b>  |
| R6           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | <b>1</b>  |
| R7           | 1                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>1</b>  |
| R8           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | <b>2</b>  |
| R9           | 0                | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>3</b>  |
| R10          | 1                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | <b>6</b>  |
| R11          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 2        | 2        | 0        | 0        | 0        | <b>6</b>  |
| R12          | 0                | 0        | 1        | 0        | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>4</b>  |
| R13          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | <b>2</b>  |
| R14          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>1</b>  |
| R15          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 0        | 3        | 1        | <b>8</b>  |
| R16          | 0                | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>5</b>  |
| R17          | 0                | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>3</b>  |
| R18          | 0                | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | <b>5</b>  |
| R19          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | <b>4</b>  |
| R20          | 0                | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | <b>6</b>  |
| <b>Total</b> | <b>2</b>         | <b>1</b> | <b>6</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>3</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>9</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>7</b> | <b>83</b> |

Con base a los resultados observados en la tabla 11 se puede afirmar que el número de insectos atraídos a la sustancia vinagre de manzana fue de 83 individuos, siendo la mayor cantidad de escarabajos que reaccionaron positivamente a las diferentes sustancias en estudio, En todas las réplicas existió presencia de escarabajos que oscilaron entre 1 a 8 individuos. La velocidad de reacción de los escarabajos se evidencio en el primer minuto con la presencia de 2 insectos. Durante la investigación en la R15 se registró 8 escarabajos, siendo este el número mayor de individuos agrados a la sustancia evaluada; las R1, R3, R10, R11 y R20 reportaron 6 individuos, las R6, R7 y R14 presentaron solo 1 escarabajo atraído para esta sustancia.

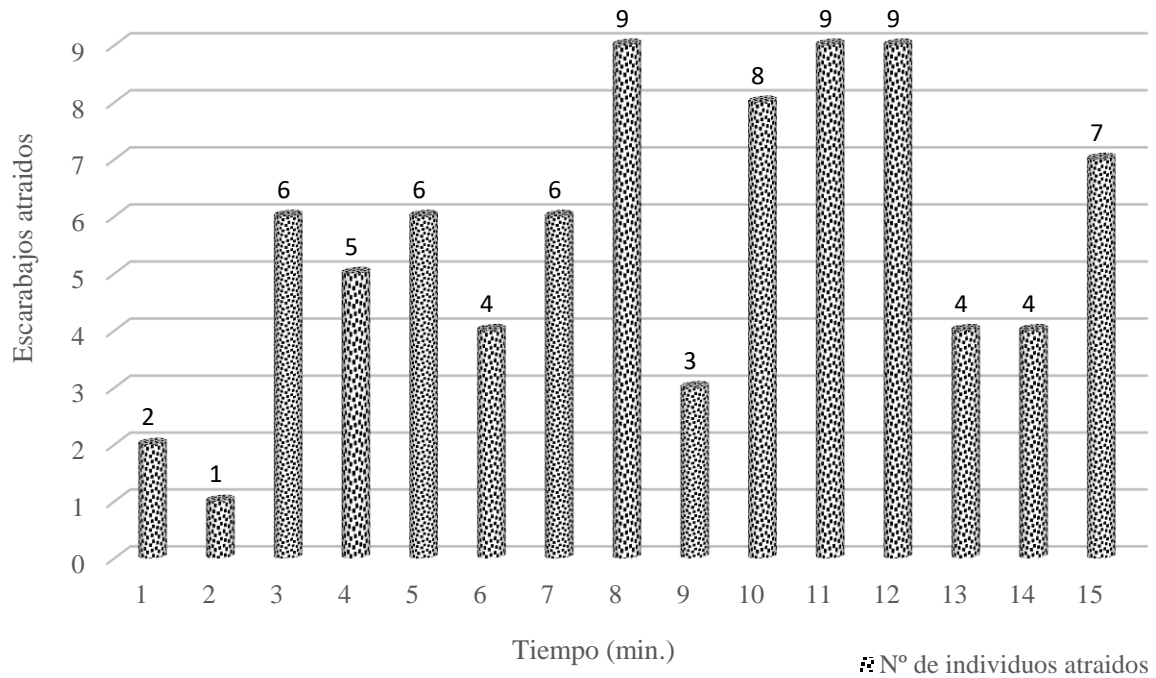


Figura 32. Número de individuos atraídos durante el tiempo de evaluación al atrayente vinagre de manzana.

Según los resultados de la Fig. 32 se puede afirmar que los minutos 8,11 y 12 se tuvo mayor respuesta de 9 individuos, el minuto 10 y 15 obtuvo un comportamiento muy similar ya que en cada uno de ellos se obtuvo una cantidad de 8 y 7 individuos. En la misma grafica nos indica un segundo momento de mayor respuesta el cual se localiza en los minuto 3, 5 y 7 con 6 individuos atraídos en cada uno de estos momentos, el minuto 1 y minuto 2 fueron los momentos en que se observo la menor actividad de respuesta ya que solamente se reporta 2 y 1 individuo.



Tabla 12. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por réplica para el vinagre de manzana.

| <b>Sexo/Réplica</b> | <b>Hembras</b> | <b>Machos</b> | <b>N° de individuos</b> |
|---------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| R1                  | 1              | 5             | <b>6</b>                |
| R2                  | 1              | 4             | 5                       |
| R3                  | 0              | <b>6</b>      | <b>6</b>                |
| R4                  | 1              | 4             | 5                       |
| R5                  | 0              | 4             | 4                       |
| R6                  | 0              | <b>1</b>      | 1                       |
| R7                  | 0              | <b>1</b>      | 1                       |
| R8                  | 0              | 2             | 2                       |
| R9                  | 1              | 2             | 3                       |
| R10                 | 2              | 4             | <b>6</b>                |
| R11                 | 3              | 3             | <b>6</b>                |
| R12                 | 1              | 3             | 4                       |
| R13                 | 0              | 2             | 2                       |
| R14                 | <b>1</b>       | 0             | 1                       |
| R15                 | 5              | 3             | <b>8</b>                |
| R16                 | 2              | 3             | 5                       |
| R17                 | 0              | 3             | 3                       |
| R18                 | 2              | 3             | 5                       |
| R19                 | 1              | 3             | 4                       |
| R20                 | 4              | 2             | <b>6</b>                |
| <b>Total</b>        | <b>25</b>      | <b>58</b>     | <b>83</b>               |

Con base a los datos de la tabla 12 relacionado al comportamiento según el sexo se reporta que existió mayor respuesta por los machos (58) con respecto a las hembras (25). La R15 presenta mayor número de individuos atraídos de los cuales 5 son hembras y 3 machos. Las R1, R3, R10, R11 y R20 presentaron el mismo número de respuesta (6 individuos) pero el comportamiento por sexo es diferente en cada una de las muestras, de estas cinco se evidencia la dominancia de los machos atraídos hacia el vinagre y en la R20 se invierten los resultados siendo las hembras atraídas. Las R6, R7 y R14 presentaron la menor actividad con un individuo.

Se debe resaltar que en las 20 réplicas se evidencio actividad de atracción al observar que en cada una de las réplicas este vinagre tiene un efecto directo de respuesta de los escarabajos.

### 5.5.4 Vinagre de guineo

Tabla 13. Registro del tiempo y número de escarabajos atraídos a las 20 réplicas en el vinagre de guineo.

| Réplicas     | Tiempo (minutos) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |          |          |          | Total     |
|--------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|              | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | 13       | 14       | 15       |           |
| R1           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1         | 1        | 0        | 0        | <b>7</b>  |
| R2           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R3           | 0                | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | <b>6</b>  |
| R4           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R5           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2         | 0        | 0        | 1        | 3         |
| R6           | 0                | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0         | 0        | 0        | 0        | <b>4</b>  |
| R7           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2         | 0        | 0        | 0        | 2         |
| R8           | 0                | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0        | 0        | 2        | <b>4</b>  |
| R9           | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1         | 0        | 0        | 0        | 3         |
| R10          | 0                | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1        | 1        | 0        | <b>4</b>  |
| R11          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 2         |
| R12          | 0                | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 3         |
| R13          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R14          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0         | 0        | 1        | 2        | <b>6</b>  |
| R15          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0         | 0        | 0        | 0        | 1         |
| R16          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0         | 1        | 0        | 0        | 3         |
| R17          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 2         |
| R18          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 1        | 0        | 0        | 2         |
| R19          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2         | 0        | 0        | 0        | <b>4</b>  |
| R20          | 0                | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 2         |
| <b>Total</b> | <b>0</b>         | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>7</b> | <b>7</b> | <b>5</b> | <b>11</b> | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>61</b> |

Con base a los resultados observados en la tabla 13, se puede afirmar que el número de insectos atraídos a la sustancia vinagre de guineo fue de 61 individuos, segunda cantidad de escarabajos que reaccionaron favorablemente a las sustancias en estudio, En las réplicas existió presencia de escarabajos que oscilaron entre 1 a 7 individuos. Hubo presencia de escarabajos en todas las réplicas, La velocidad de reacción de los escarabajos se evidencio en el segundo minuto con la presencia de 4 insectos. Durante la investigación en la R1 se registró 7 escarabajos, siendo este el número mayor de individuos agrados a la sustancia evaluada; seguido de las R3 y R14 con 6 individuos cada uno, las R6, R8, R10, R19 registraron 4 individuos, en las R2, R4, R13 y R15 se presentó solo 1 individuo durante la investigación.

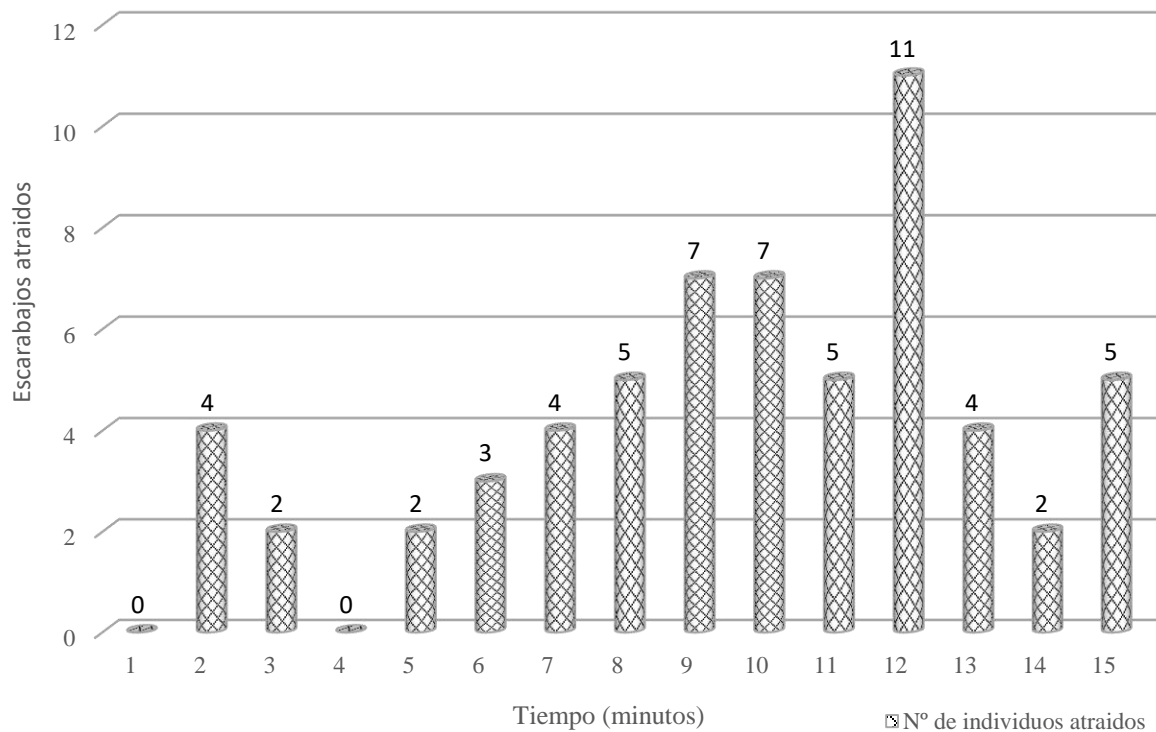


Figura 33. Número de individuos atraídos durante el tiempo de evaluación al atrayente vinagre de guineo

Según los resultados obtenidos para el vinagre de guineo, durante el tiempo de evaluación se puede afirmar que el minuto 12 presentó la mayor cantidad de escarabajos atraídos a la sustancia (11 individuos), los minutos 9 y 10 obtuvieron un comportamiento similar registrándose 7 individuos para cada uno; los minutos 8, 11 y 15 tuvieron respuesta de 5 escarabajos, en los minutos 2, 7 y 13 con 4 insectos atraídos, los minutos 3, 5 y 14, obtuvieron el mismo comportamiento reportando 2 insectos, al minuto 6 se registraron 3 escarabajos y para los minutos 1 y 4 no existió la presencia de *A. tumida* (Fig. 33).

Tabla 14. Número de hembras y machos de *A. tumida* atraídos por réplica para el vinagre de guineo

| <b>Réplica/ Sexo</b> | <b>Hembras</b> | <b>Machos</b> | <b>N° de individuos</b> |
|----------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| R1                   | 0              | 7             | <b>7</b>                |
| R2                   | 0              | 1             | 1                       |
| R3                   | 1              | 5             | <b>6</b>                |
| R4                   | 0              | 1             | 1                       |
| R5                   | 1              | 2             | 3                       |
| R6                   | 0              | <b>4</b>      | <b>4</b>                |
| R7                   | 0              | 2             | 2                       |
| R8                   | 2              | 2             | 4                       |
| R9                   | 2              | 1             | 3                       |
| R10                  | 2              | 2             | 4                       |
| R11                  | 1              | 1             | 2                       |
| R12                  | 2              | 1             | 3                       |
| R13                  | 0              | 1             | 1                       |
| R14                  | 2              | 4             | <b>6</b>                |
| R15                  | 0              | 1             | 1                       |
| R16                  | 0              | 3             | 3                       |
| R17                  | 1              | 1             | 2                       |
| R18                  | 0              | 2             | 2                       |
| R19                  | 2              | 2             | 4                       |
| R20                  | 0              | 2             | 2                       |
| <b>Total</b>         | <b>16</b>      | <b>45</b>     | <b>61</b>               |

Con base a los datos de la Tabla 14 relacionado al comportamiento según el sexo para el atrayente vinagre de guineo, de 61 individuos que reaccionaron favorablemente se reporta que existió mayor atracción por los machos con respecto a las hembras (45 machos y 16 hembras); las hembras se registraron en 10 réplicas y los machos en las 20. La R1 presentó mayor número de escarabajos habiendo en total 7 machos, las R3 y R14 presentaron el mismo número de individuos (6 escarabajos) pero el comportamiento por sexo es diferente en cada una de las muestras, las R8, R10 y R19 tiene el mismo número de individuos 2 hembras y 2 machos, las R7, R18 y R20 registraron 2 machos que reaccionaron al cebo. Las R2, 4, 13, 15 presentaron la menor actividad con un individuo macho.

## 5.6 Prueba Estadística

Tabla 15. Valores promedios obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis.

| Tratamientos | T1     | T2    | T3    | T4     |
|--------------|--------|-------|-------|--------|
| $\bar{x}$    | 25.475 | 30.45 | 57.80 | 48.275 |

Tabla 16. Resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis.

| GL<br>K -1 | Valor tabla<br>( $\alpha$ 0.05) | Valor calculado |
|------------|---------------------------------|-----------------|
| 3          | 5.99                            | 25.4256         |

La prueba estadística de Kruskal Wallis determino que estadísticamente existió diferencia significativa ( $H_c > \bar{\chi}^2_{0.05}$ , gl 3) entre los resultados obtenidos en la evaluación de los cuatro tratamientos.

$H_0$  = Las cuatro sustancias tienen igual efecto de atracción

$H_i$  = Las cuatro sustancias tienen diferente efecto de atracción.

Si  $H_c \leq \bar{\chi}^2_{0.05}$  aceptamos Hipótesis nula.

Si  $H_c > \bar{\chi}^2_{0.05}$  rechazamos la Hipótesis nula.

## 5.7 Resultado de valoración económica de los atrayentes

Para la elaboración de los vinagres, fueron considerados los costos de materia prima directa, como uno de los elementos mas importantes a tener en cuenta para el manejo del costo final de un producto, ya que el valor del producto final esta compuesto en buena parte por el valor de las materias primas, y los costos indirectos (equipo) que es la relacion de materiales secundarios para la obtención del producto.

Los costos de la materia prima para elaborar los tres vinagres es relativamente bajo, con un costo estimado de \$5.09 (Tabla 17), sin incluir los costos indirectos del equipo y accesorios utilizados que lo eleva a \$892.85 (Tabla 18).

Tabla 17. Costos de materia prima e insumos para elaboración de vinagres.

| <b>Descripción</b> | <b>Detalle</b>       | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Valor total</b> |
|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Materia prima      | Piña                 | Gramos        | 150 gr          | \$2.00                 | \$2.00             |
|                    | Guineo               | Gramos        | 150 gr          | \$0.05                 | \$0.10             |
|                    | Manzana roja         | Gramos        | 150 gr          | \$0.50                 | \$0.50             |
|                    | Dulce de panela      | Gramos        | 600 gr          | \$0.75                 | \$0.75             |
|                    | Bicarbonato de sodio | Gramos        | 12 gr           | \$0.15                 | \$0.15             |
|                    | Agua                 | Galón         | 1               | \$0.60                 | \$0.60             |
| Insumos            | Envase plástico      | ½ galón       | 3               | \$0.33                 | \$0.99             |
| <b>Total</b>       |                      |               |                 |                        | <b>\$5.09</b>      |

Tabla 18. Costos de equipo y accesorios.

| <b>Descripción</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Valor total</b> |
|---------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Probeta 1000 ml     | 1               | \$55.00                | \$55.00            |
| Beaker 100 ml       | 3               | \$5.00                 | \$15.00            |
| Beaker 1000 ml      | 3               | \$10.00                | \$30.00            |
| Mortero con pistilo | 1               | \$20.00                | \$20.00            |
| Balanza             | 1               | \$175.00               | \$175.00           |
| Colador             | 1               | \$0.25                 | \$0.25             |
| Cuchillo            | 1               | \$1.00                 | \$1.00             |
| PHmetro             | 1               | \$570.00               | \$570.00           |
| Cocina eléctrica    | 1               | \$25.00                | \$25.00            |
| Papel aluminio      | 1               | \$1.60                 | \$1.60             |
| <b>Total</b>        |                 |                        | <b>\$892.85</b>    |

Para la elaboración de 1000 ml de vinagre de manzana, el valor total de materia prima e insumos tiene un costo estimado de \$1.23 dólares (Tabla 19).

Tabla 19. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de manzana.

|                  | <b>Detalle</b>       | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Valor total</b> |
|------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Materia<br>prima | Manzana roja         | Gramos        | 150 gr          | \$0.50                 | \$0.50             |
|                  | Dulce de panela      | Gramos        | 150 gr          | \$0.19                 | \$0.19             |
|                  | Bicarbonato de sodio | Gramos        | 1 gr            | \$0.01                 | \$0.01             |
|                  | Agua                 | Litro         | 1 litro         | \$0.20                 | \$0.20             |
| Insumos          | Envase plástico      | ½ galón       | 1               | \$0.33                 | \$0.33             |
| <b>Total</b>     |                      |               |                 |                        | <b>\$1.23</b>      |

Para la elaboración de 1000 ml de vinagre de guineo el costo de materia prima es de \$0.78 dólares, aumentando el valor al sumar los costos indirectos (Tabla 20)

Tabla 20. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de guineo.

| <b>Descripción</b> | <b>Detalle</b>       | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Valor total</b> |
|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Materia prima      | Guineo               | Gramos        | 150 gr          | \$0.05                 | \$0.05             |
|                    | Dulce de panela      | Gramos        | 150 gr          | \$0.19                 | \$0.19             |
|                    | Bicarbonato de sodio | Gramos        | 1 gr            | \$0.01                 | \$0.01             |
|                    | Agua                 | litro         | 1 litro         | \$0.20                 | \$0.20             |
| Insumos            | Envase plástico      | ½ galón       | 1               | \$0.33                 | \$0.33             |
| <b>Total</b>       |                      |               |                 |                        | <b>\$0.78</b>      |

La elaboración de 1000 ml de vinagre de piña tiene un costo de materia prima de \$3.04 dólares (Tabla 21) un valor considerablemente bajo al sumar los costos indirectos el valor aumenta.

Tabla 21. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 1000 ml de vinagre de piña.

| <b>Descripción</b> | <b>Detalle</b>       | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Valor total</b> |
|--------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Materia<br>Prima   | Piña                 | Gramos        | 150 gr          | \$2.00                 | \$2.00             |
|                    | Dulce de panela      | Gramos        | 150 gr          | \$0.50                 | \$0.50             |
|                    | Bicarbonato de sodio | Gramos        | 1 gr            | \$0.15                 | \$0.01             |
|                    | Agua                 | litro         | 1 litro         | \$0.20                 | \$0.20             |
| Insumos            | Envase plástico      | ½ galón       | 1               | \$0.33                 | \$0.33             |
| <b>Total</b>       |                      |               |                 |                        | <b>\$3.04</b>      |

La mezcla de polen con miel tiene un costo de materia prima e insumos de \$19.00 (Tabla 22)

Tabla 22. Consumo unitario de materia prima e insumos por unidad de 30 gr de mezcla de polen con miel.

| <b>Descripción</b>   | <b>Detalle</b>  | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario \$</b> | <b>Valor total \$</b> |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>Materia prima</b> | Polen granulado | Gramos        | 200gr           | \$10.00                   | \$10.00               |
|                      | Botella de miel | Gramos        | 400gr           | \$4.00                    | \$4.00                |
| <b>Insumos</b>       | Envase plástico | 100 ml        | 20 unidades     | \$0.25                    | \$5.00                |
|                      | <b>Total</b>    |               |                 |                           | \$19.00               |



## VI. DISCUSIÓN

Este estudio constituye uno de los primeros esfuerzos sistemáticos para el control de forma natural de la infestación de las colmenas por parte del pequeño escarabajo de la colmena (PEC).

Nuestros resultados muestran que las 4 sustancias evaluadas, todas tienen efecto de atracción, al comparar una sustancia con la otra, se observa que el vinagre de manzana presenta una mayor atracción de escarabajos de *Aethina tumida*, en segundo lugar, el vinagre de guineo y con menor efectividad de atracción el vinagre de piña. A pesar que todas las sustancias (vinagres) fueron elaboradas con la misma cantidad de fruta, dulce de panela y agua; fueron realizados bajo el mismo proceso de fermentación y llevados a un mismo pH, el vinagre de manzana presentó una mayor atracción con respecto a los otros vinagres. Al respecto Toledo (2016, comunicación personal) afirma que la característica organoléptica que presenta el vinagre de manzana como un olor bastante fuerte facilita la utilización de este tipo de sustancias como atrayente natural para los insectos. Por su parte Erazo R, *et al* (2001), afirma que, durante la fermentación del vinagre de manzana, además del ácido acético, se forman los ácidos grasos, como el ácido fenico y ácido valeriánico, estos ácidos combinados con residuos de alcohol no oxidados forman éteres, estos compuestos combinados con los acetales (producto del aldehído acético con alcohol) contribuyen a dar el aroma al vinagre. En el mismo tema, Ríos (2005) afirma que, al ocurrir el proceso de fermentación en el caso de vinagres a base de manzana, los compuestos o mezclas de compuestos amoniacales son liberados para atraer insectos.

Nolan y Hood (2008), aplicaron en colmenas de *Apis mellifera*, dos atrayentes, uno a base de polen inoculado con la levadura *Kodamaea ohmeri*, y el segundo con vinagre de sidra de manzana capturando 56 individuos con el primero y 43 con el de vinagre de sidra de manzana., demostrando que ambos son efectivos en el control del insecto. Coincidiendo con los resultados de Hood y Miller (2003). Este mismo autor indicó que el vinagre de manzana atrae más escarabajos que otros atrayentes. Otro estudio reportado en Canadá demostró que este vinagre al ser utilizado en colmenas afectadas obtuvo buenos resultados en la atracción del escarabajo (Kozak 2010).

Ríos (2005) afirma que el vinagre de manzana también es utilizado para atracción de otros grupos de insectos, ya que en países como: Estados Unidos, México, Canadá y Europa tiene potencial para ser utilizada como atrayente para algunos dípteros como la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*) y tiene un índice de atracción intermedio comparado con otras sustancias. Además, ha sido utilizado como atrayente para la plaga de la mosca (*Drosophila suzukii*) (Colomar 2016).

En nuestra investigación la sustancia, mezcla de polen con miel (testigo) es un atrayente poco efectivo, debido a que la alimentación de los escarabajos dentro de la colmena se basa en polen y miel (Guzmán y Correa 2012) (Neumann *et al.* 2013), hecho que podría deberse a que los escarabajos por ser época de cosecha están familiarizados al olor de la miel, razón por la cual respondieron mejor a los vinagres. Vargas en 2015, desarrollaron un estudio similar en la misma zona de trabajo en condiciones controladas, utilizando cuatro sustancias: miel, sidra de manzana, mezcla de melón y piña y levadura, durante un tiempo de experimento de 30 minutos, con un total de 40 ejemplares, obteniendo que el melón y piña fue el de mayor atracción, capturando únicamente 2 individuos, la miel y el vinagre de sidra de manzana no tuvieron efectividad, estos resultados obtenidos posiblemente se debieron a que en el ensayo no siguieron un protocolo de investigación y no realizaron ninguna réplica.

Por su parte técnicos del Ministerio de Agricultura desarrollaron una prueba de campo para el control del escarabajo en estudio en la misma propiedad privada (Cantón Las Delicias), evaluando sustancias naturales como lo es la mezcla de polen con miel y vinagre de manzana, estas fueron aplicadas directamente en las colmenas, en el cual no hubo respuesta a la atracción de escarabajos, por lo que estas pruebas no fueron efectivas ya que el proceso de fermentación de los atrayentes como es el caso del vinagre de manzana depende en gran medida del pH y este fue obtenido de un mercado local con un pH de 2.85, no realizaron repeticiones y no tuvieron la rigidez de un protocolo de investigación, por lo que no se pueden descartar de manera concluyente dichos atrayentes (Perdomo 2014. Comunicación personal).

Un dato más de hacer notar es la obtención de un promedio de 10.2 individuos que fueron atraídos hacia las diferentes sustancias de prueba, ya que este dato representa un 50% de los individuos utilizados en cada prueba. Dato que se acerca a lo reportado con trabajos realizados

a nivel de campo en México, por García (2013), quien reporta que utilizó 2 atrayentes, uno a base de mezcla de esencias de frutas y la otra mezcla de polen con miel, por un periodo de 99 días, ambos resultaron ser efectivos registrando un promedio diario de 7.8 larvas y 7.7 adultos, es decir, 15.5 individuos de *A. tumida* por día, obteniendo así resultados favorables, por su parte. Al comparar nuestros resultados con las investigaciones antes descritas se confirma que el vinagre de manzana tiene propiedades atractivas y que es un atrayente efectivo para los escarabajos adultos.

En cuanto, a la preferencia sexual que tienen los escarabajos de forma general, los datos nos indican que los machos son más atraídos por los diferentes vinagres ya que estos componen el 67.64% ( $\bar{x}=6.9$ ) del total de los individuos atraídos durante el experimento, en cambio el 32.35% ( $\bar{x}=3.3$ ) lo componen las hembras. Dado que no se pudo determinar el sexo de los individuos utilizados al inicio del experimento, no se puede dejar en firme lo anterior ya que se desconoce cuál fue la proporcionalidad de sexos de los individuos con los que se inició el experimento. Debido a que no existen investigaciones disponibles respecto al sexuado de los escarabajos, se hace difícil comparar los resultados de este estudio, por lo que sería de vital importancia en futuras investigaciones ampliar el conocimiento en esta área.

En cuanto a la preferencia que tienen los escarabajos por los atrayentes, el vinagre de manzana es el que presentó la mayor cantidad de individuos capturados, siendo los machos mayormente atraídos en relación a las hembras en una proporción de 2:1, seguido del vinagre de guineo con una proporción de 3:1 y el vinagre de piña que se encuentra en un tercer lugar, presentando una proporción 2:1. Con respecto a la mezcla de polen con miel, utilizada como control o testigo, la preferencia es casi igual, tanto para hembras como para machos, sin embargo se observó que la hembra tiene mayor preferencia por la miel. Esta información nos indica que los machos son el sexo dominante en cada uno de los atrayentes y por ende en toda la investigación.

En este estudio, se observa el tiempo que tarda en reaccionar el escarabajo ante la presencia de las sustancias evaluadas por un periodo de 15 minutos y un total de 20 réplicas, se tiene que, para el vinagre de manzana, que tuvo la mayor efectividad de escarabajos capturados, la velocidad de este en reaccionar fue a partir del minuto 1 y así reportándose atracción del insecto para cada minuto y para cada replica, concentrándose en los minutos 8,11 y 12 la mayor

respuesta de los individuos. Resultado similar se tiene para el vinagre de piña en donde el insecto responde al olor de la sustancia desde el minuto 1, habiendo reacción del escarabajo para cada minuto y presencia en 17 réplicas, es hasta los minutos 7 y 8 que responde al atrayente la mayor cantidad de insectos. En cuanto al vinagre de guineo no hay respuesta al olor en el primer minuto y es hasta el minuto 2 donde hay respuesta para las 20 réplicas, los minutos 9, 10 y 12 presentan la mayor captura de individuos, sin embargo, la mezcla de polen con miel utilizada en la investigación como testigo, el escarabajo es atraído en menor cantidad y su respuesta ante el olor ocurre hasta el minuto 6, presentándose el mayor número de insectos en los minutos 10 y 14.

La investigación indica que los escarabajos reaccionan ante el olor de los vinagres en los primeros 2 minutos, aunque en menor cantidad, alcanzando su mayor índice de atracción desde el minuto 7 al 15 en todas las sustancias, siendo el minuto 12 que registra la mayor respuesta al atrayente por parte de los individuos capturados.

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se determinó estadísticamente que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ( $\bar{x}=25.42$ ;  $p=5.99$ ;  $\alpha 0.05$ ).

En cuanto a la valoración económica de las sustancias: vinagre de pina, vinagre de manzana y vinagre de guineo, el costo de producción de cada una de ellas es relativamente bajo, pero siendo elaborados y haciendo uso del equipo de laboratorio los costos se elevan de una manera significativa.

## VII. CONCLUSIONES

- Las cuatro sustancias naturales evaluadas, T1 (mezcla de polen con miel (testigo)), T2 (vinagre de piña), T3 (vinagre de manzana), T4 (vinagre de guineo), todas actuaron como atrayente del escarabajo adulto *A. tumida*.
- El atrayente que presento mejores resultados con adultos de *A. tumida* fue el vinagre de manzana, congruente a los de otros autores.
- El tiempo de respuesta de los escarabajos hacia los atrayentes se presenta desde el primer minuto aumentando la eficacia de los atrayentes, a partir del minuto 7 hasta el 15.
- El tratamiento de manzana presento mayor número de individuos al compararlo con los otros atrayentes.
- Es evidente una preferencia de los escarabajos machos a las diferentes sustancias en relación a los vinagres evaluados.
- El uso de vinagres para el control del escarabajo adulto de *A. tumida* son una alternativa económica para los apicultores, dado que los costos de producción son relativamente bajos.
- La diferencia entre los tratamientos resulto ser estadísticamente significativo con base a la prueba de Kruskal Wallis, el cual indica que los cuatro atrayentes evaluados tienen diferente efecto de atracción.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar en campo las sustancias, mezcla de polen con miel, vinagre de piña, vinagre de manzana y vinagre de guineo, con el fin de disminuir o sustituir los insecticidas químicos.
- Proporcionar a los apicultores, el proceso de fácil elaboración de cada uno de los vinagres y su bajo costo que estos tienen al momento de producirlos.
- Generar nuevas investigaciones acerca del pequeño escarabajo de la colmena, *Aethina tumida*, debido que en nuestro país es una nueva plaga que amenaza con diseminarse y generar grandes pérdidas en los apiarios de El Salvador.
- El uso de atrayentes naturales podría brindarles a los apicultores mejores opciones para el monitoreo y control del PEC en etapa adulta, disminuyendo la reproducción del mismo y afectación de los apiarios.
- En El Salvador, se deben seguir aplicando las medidas de prevención y control declaradas por el Ministerio de Agricultura y Organismos Internacionales, que eviten o controlen enfermedades o plagas como el PEC.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arbogast, R. T., Torto, B., Engelsdorp, D. V., and Teal P. E.A. (2007). An Effective Trap and Bait Combination for Monitoring the Small Hive Beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). The Florida Entomologist, Florida Entomological Society Stable. 90 (2), 404- 406p
- Bonilla, G. 1988. Métodos prácticos de inferencia estadística, vol. 9. UCA, San Salvador, El Salvador, Centro America. 299-301p
- Calderón, R.A y Sánchez, L.A. 2011. Diagnóstico de enfermedades en colmenas de abejas africanizadas en Costa Rica. Agronomía Costarricense. 60p.
- Cobb, M. 2002. Jan Swammerdam on social insects: a view from the seventeenth century. Insects sociaux. 49: 92-97.
- Colomar, L.A. 2016. Métodos de control para *Drosophila Suzukii* (Matsumura) (Díptera: Drosophilidae); una nueva plaga de frutales que se está extendiendo mundialmente. Revista agronómica noroeste Argent. 36(1), 19-31.
- Curtis y Schnek, A. 2008. Biología. Editorial medica panamericana. 7ed. Buenos Aires, Argentina. p1160
- Ellis, D.J y Delaplane, K.S. 2007. The effects of three acaricides on the developmental biology of small hive beetles (*Aethina tumida*). Journal of Apicultural Research and Bee World, 46(4), 256–259
- Ellis, J. y Ellis, A. 2008. Small Hive Beetle, *Aethina tumida* Murray (Nitidulidae: Coleoptera). En Capinera J. L. (Ed.) Encyclopedia of Entomology. USA. pp 3415- 3420.
- Elzen, P. J., Baxter, J.R., Westervelt D., Randall, C. and Wilson, W. T. 2000. A scientific note on observations of the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae), in Florida, USA Apidologie 31 (5) 593-594.
- Erazo, R. E., Leoncico, R. M., Robles, R. Y Huamán R. 2001. Producción de vinagre de manzana por fermentación a escala piloto. Universidad Nacional Mayor de San Marcos,

Facultad de Química e Ingeniería Química, Departamento de Análisis y Diseño de procesos, Rev. Per Quím. Ing- Quim. Lima, Perú. Vol. 3, N°1, Pág. 67 – 72.

García, O; Saldaña, T. y Santana P. 2013. Estudio preliminar de trampas con atrayentes y trampa narro para el diagnóstico y manejo del pequeño escarabajo de las colmenas *Aethina tumida* Murray (Coleóptera: Nitidulidae). SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 10p.

Garrido, M.E. 2013. Repercusión potencial en la cabaña apícola española de agentes nosogenos detectados en colonias de *Apis mellífera*. Tesis doctoral. Universidad complutense de Madrid. 273p.

Guzmán, E. y Correa, B. 2012. Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. México, D.F. 156p.

Handal, S. 2000. Apicultura, San Salvador. El Salvador. p157, 158

Hood, W.M. and G.A. Miller. (2003) Trapping small hive beetles (Coleoptera : Nitidulidae) inside colonies of honey bees (Hymenoptera : Apidae). Am. Bee J. 143: 405-409

Jean, P; Medori, P. 1989. Apicultura. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 726p.

Jones, J.C. y Oldroyd, B. 2007. Nest thermoregulation in social insects. Advances in insect physiology. 33. 153-191.

Kozak, P. 2010. Enfermedades y Plagas. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario. Canadá. 4p.

Lundie, A.E. 1940. El pequeño escarabajo de la colmena: *Aethina tumida*. Boletín Science 220 Unión de Sur Departamento de Agricultura y Silvicultura (Entomológica Serie 3) África. p30

Marianyela, R. y Calderón, R.A. 2018. Situación del pequeño escarabajo de las colmenas, *Aethina tumida*, en colmenas de abejas africanizadas (*Apis mellífera*) en Costa Rica. Revista de ciencias veterinarias. 36(1), 19-23.



MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2003. Diagnóstico de los recursos zoogenéticos en El Salvador. 75p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2013. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). El Salvador. 2p

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2014. Roberto Armando Perdomo (comunicación personal, 20 de septiembre). Jefe de la unidad apícola. El Salvador.

Nates, G. 2005. Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. 75. 72.

Neumann, P. y Elzen, P. J. 2003. The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species. *Apidologie* 35 (2004) 229–247.

Neumann, P; Evans, J D; Pettis, J S; Pirk, C W W; Schäfer, M O; Tanner, G; Ellis, J D 2013. Standard Methods For Small Hive Beetle Research. In V Dietemann; J D Ellis, P Neumann (Eds) *The Coloss Beebook: Volume II: Standard Methods For Apis mellifera Pest And Pathogen Research*. Journal Of Apicultural Research. p63

Nolan, M, P. y Hood, W. M. 2008. Comparación de dos atrayentes para el pequeño escarabajo de las colmenas, *Aethina tumida* en colonias de abejas. *Revista de apicultura*. 47(3), 229-233.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2005. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Jamaica. Manual de la OIE sobre animales terrestres. p4

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2012. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Cuba. Manual de la OIE sobre animales terrestres. P3

Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE) 2013. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Manual de la OIE sobre animales terrestres. p7

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2014. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Nicaragua. Manual de la OIE sobre animales terrestres. p5

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2016. Infestación por el escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Brasil. Manual de la OIE sobre animales terrestres. p6

OIRSA (Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria) 2011. Propuesta de Protocolo de Atención a Brotes de *Aethina tumida* en los países miembros del OIRSA. Coordinaciones Regionales De Salud Animal E Inocuidad De Alimentos. Grupo Ad hoc de Sanidad e Inocuidad Apícola. El Salvador. p18.

Ríos, E. y Toledo J. 2005. Evaluación de atrayentes alimenticios para la captura de la mosca mexicana de la fruta (Díptera: Tephritidae) en el soconusco, Chiapas, México. Manejo integrado de plagas y agroecología. Costa Rica. P.41, 49.

Roat, A.I. 1984. Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. 3 Ed. Buenos Aires, Argentina. p.682, 683.

Saldaña L. L. M., Lara A. L. G., Dorantes U. J. A. 2014. Manual Nuevos manejos en la apicultura para el control del pequeño escarabajo de la colmena *Aethina tumida*. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). México. 35 p.

SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Manual Apícola. Programa Nacional para el control de la abeja africana México D. F. p.59.

UES (Universidad de El Salvador) 2016. Rhina Antonieta Toledo Mendoza (comunicación personal, 4 de julio). Docente investigador de Laboratorio de investigación en productos naturales. Facultad de Química y Farmacia.

UES (Universidad de El Salvador) 2016. Carlos Ernesto Acosta García (comunicación personal, 15 de noviembre). Docente investigador de la Escuela de Química Facultad Ciencias Naturales y Matemática.

UF / IFAS. (Universidad de Florida. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas). 1999. Pequeño escarabajo de las colmenas *Aethina tumida* Murray. Estados Unidos. 50p

USAID (Agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional). 2012. Plan de competitividad municipal del municipio de San Juan Opico, Departamento de la Libertad. 125p.

Vargas, M.F. 2015. Evaluación de la efectividad de diferentes atrayentes orgánicos como trampas para el pequeño escarabajo de las colmenas (*Aethina tumida*). Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer. El Salvador.

Verde, M.M. 2014. Apicultura y seguridad alimentaria. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 1(48), 25-31.

## X. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de Registro

#### HOJA DE REGISTRO

Colector: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Apiario: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

N° de Muestreo: \_\_\_\_\_ Humedad relativa: \_\_\_\_\_ T° ambiente: \_\_\_\_\_

| TRATAMIENTO              | TIEMPO (minutos) |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | N° DE INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |  |
|--------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|------------------|---------------|--|
|                          | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |                  |               |  |
| VINAGRE DE MANZANA       |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |                  |               |  |
| VINAGRE DE GUINEO        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |                  |               |  |
| VINAGRE DE PIÑA          |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |                  |               |  |
| MEZCLA DE POLEN CON MIEL |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |                  |               |  |

Anexo 2. Tablas de registro de individuos capturados por réplica.

Tabla. Número de réplicas y de individuos de *A. tumida* atraídos a la mezcla de polen con miel (testigo o control),

| <b>Réplica</b> | <b>N° de individuos</b> |
|----------------|-------------------------|
| R1             | 1                       |
| R2             | 0                       |
| R3             | 1                       |
| R4             | 1                       |
| R5             | 1                       |
| R6             | 1                       |
| R7             | 0                       |
| R8             | 0                       |
| R9             | 0                       |
| R10            | <b>5</b>                |
| R11            | 2                       |
| R12            | 1                       |
| R13            | 0                       |
| R14            | 1                       |
| R15            | 2                       |
| R16            | 2                       |
| R17            | 2                       |
| R18            | 1                       |
| R19            | 2                       |
| R20            | <b>3</b>                |
| <b>Total</b>   | <b>26</b>               |

Tabla. Número de réplicas y de individuos de *A. tumida* atraídos al vinagre de piña

| <b>Réplicas</b> | <b>N° de individuos</b> |
|-----------------|-------------------------|
| R1              | 1                       |
| R2              | 5                       |
| R3              | 1                       |
| R4              | 5                       |
| R5              | 3                       |
| R6              | 0                       |
| R7              | 1                       |
| R8              | 0                       |
| R9              | 4                       |
| R10             | 1                       |
| R11             | 2                       |
| R12             | 1                       |
| R13             | 1                       |
| R14             | 1                       |
| R15             | 0                       |
| R16             | 2                       |
| R17             | 1                       |
| R18             | 2                       |
| R19             | 1                       |
| R20             | 2                       |
| <b>Total</b>    | <b>34</b>               |

Tabla. Número de réplicas y de individuos de *A. tumida* atraídos al vinagre de manzana

| <b>Réplicas</b> | <b>N° de individuos</b> |
|-----------------|-------------------------|
| R1              | <b>6</b>                |
| R2              | 5                       |
| R3              | <b>6</b>                |
| R4              | 5                       |
| R5              | 4                       |
| R6              | 1                       |
| R7              | 1                       |
| R8              | 2                       |
| R9              | 3                       |
| R10             | <b>6</b>                |
| R11             | <b>6</b>                |
| R12             | 4                       |
| R13             | 2                       |
| R14             | 1                       |
| R15             | <b>8</b>                |
| R16             | 5                       |
| R17             | 3                       |
| R18             | 5                       |
| R19             | 4                       |
| R20             | <b>6</b>                |
| <b>Total</b>    | <b>83</b>               |

Tabla. Número de réplicas y de individuos de *A. tumida* atraídos al vinagre de guineo.

| <b>Réplica</b> | <b>N° de individuos</b> |
|----------------|-------------------------|
| R1             | 7                       |
| R2             | 1                       |
| R3             | 6                       |
| R4             | 1                       |
| R5             | 3                       |
| R6             | 4                       |
| R7             | 2                       |
| R8             | 4                       |
| R9             | 3                       |
| R10            | 4                       |
| R11            | 2                       |
| R12            | 3                       |
| R13            | 1                       |
| R14            | 6                       |
| R15            | 1                       |
| R16            | 3                       |
| R17            | 2                       |
| R18            | 2                       |
| R19            | 4                       |
| R20            | 2                       |
| <b>Total</b>   | <b>61</b>               |



Tabla. Temperatura y humedad relativa tomada durante la investigación.

| <b>Réplica</b> | <b>Temperatura<br/>°C</b> | <b>Humedad %</b> |
|----------------|---------------------------|------------------|
| R1             | 26                        | 54               |
| R2             | 26                        | 53               |
| R3             | 27                        | 54               |
| R4             | 26                        | 53               |
| R5             | 26                        | 53               |
| R6             | 26                        | 54               |
| R7             | 27                        | 55               |
| R8             | 26                        | 54               |
| R9             | 28                        | 56               |
| R10            | 29                        | 58               |
| R11            | 28                        | 58               |
| R12            | 28                        | 57               |
| R13            | 27                        | 55               |
| R14            | 28                        | 56               |
| R15            | 28                        | 56               |
| R16            | 29                        | 58               |
| R17            | 28                        | 56               |
| R18            | 29                        | 59               |
| R19            | 28                        | 57               |
| R20            | 29                        | 59               |