



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

ESCUELA DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL JICARERO

Actividad insecticida de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae)  
contra *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae)

TESIS PROFESIONAL POR ETAPAS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

HUGO ARMANDO ZUÑIGA ALCAZAR

Director

DR. CÉSAR SOTELO LEYVA

JOJUTLA, MORELOS

MARZO 2024

## **DEDICATORIAS**

A mi madre **Carolina Alcazar Vargas** por apoyarme y que ha sabido formarme con buenos sentimientos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles a mi padre **Presiliano Zuñiga Valladares** por sus consejos que me ayudaron bastante para poder culminar con mis estudios y poder seguir adelante.

A mi hermana **Petra González Alcazar** y su esposo **Eufemio Arizmendi Terán** por su apoyo, darme consejos y encaminarme siempre en los estudios y guiarme por un buen y mejor camino.

A mi hermana **Cristina Zúñiga Alcazar** por ser ejemplo de superación y brindarme su amor.

A Dios por ser la fortaleza de mi vida, por ser el que me cuida y bendice e ilumina en cada paso que doy y así poder cumplir cada una de mis metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **Dr. César Sotelo Leyva** por brindarme la oportunidad de trabajar con el, por sus enseñanzas y ser un gran profesor, por apoyarme y aconsejarme en cada paso del camino, por su dedicación y paciencia en mi proyecto, gracias Dr. César.

Al **Dr. David Osvaldo Salinas Sánchez** por tener la oportunidad de trabajar con el, por escuchar mis preguntas y dudas y brindarme respuestas claras, su paciencia y experiencia han sido invaluable para mi.

Al **MCI. Humberto Flores Bustamante** por corregir mis errores y por el tiempo que me dedico para leer este trabajo.

Al **Dr. Rodolfo Figueroa Brito** por sus conocimientos y acompañarme en cada una de mis etapas

Al **Mtro. Juan Carlos Juárez Delgado** quien ha sido un excelente maestro y sus buenos consejos para poder mejorar.

Al **Dr. Juan Manuel Rivas González** por haberme permitido formarme, gracias por ser parte de este proceso ya sea directo o indirecto.

Al **Biólogo Ernesto Gaspar** por ser un excelente maestro, y gran persona, por guiarme y darme consejos que me ayudaron a seguir adelante

## ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ABREVIATURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
1. INTRODUCCION .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. El sorgo.....	3
2.2. <i>Melanaphis sacchari</i> .....	3
2.2.1. Distribución de <i>M. sacchari</i> .....	4
2.3. Insecticidas químicos sintéticos .....	4
2.4. Daños ambientales causados por pesticidas químicos.....	5
2.5. Principales efectos tóxicos en el humano por pesticidas químicos.....	6
2.6. Productos naturales.....	6
2.7. Insecticidas botánicos.....	7
2.7.1. Importancia de insecticidas botánicos .....	8
2.8. <i>Momordica charantia</i> L. (Cucurbitaceae).....	8
2.8.1. Clasificación Taxonómica .....	9
2.8.2. Fitoquímica de <i>Momordica charantia</i> .....	9
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	10
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	10
5. JUSTIFICACIÓN .....	11
6. OBJETIVO GENERAL .....	12
7. OBJETIVO ESPECIFICO.....	12
8. MATERIAL Y METODOS.....	13
8.1. Material vegetal .....	13
8.2. Obtención del extracto .....	13

8.3. Preparación del cultivo de insectos .....	13
8.4. Bioensayos de contacto.....	13
8.5. Cromatografía gases masas (CG-MS) .....	13
8.6. Estadísticas.....	14
9. RESULTADOS.....	15
9.1. Actividad insecticida de <i>Momordica charantia</i> .....	15
10. DISCUSIÓN.....	17
11. CONCLUSIONES.....	18
12. REFERENCIAS .....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Efecto del extracto de hexano de <i>Momordica charantia</i> , en cuatro concentraciones, en adultos ápteros de <i>Melanaphis sacchari</i> , en bioensayos de contacto .....	<b>15</b>
<b>Tabla 2.</b> Composición química del extracto de hexano de semillas de <i>M. charantia</i> .....	<b>16</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Frutos, semillas y hojas de <i>Momordica charantia</i> .....	<b>9</b>
<b>Figura 2.</b> Compuestos aislados de <i>M. charantia</i> .....	<b>10</b>
<b>Fig. 3.</b> Estructuras químicas de los compuestos principales identificados en el extracto de <i>n</i> -hexano de <i>M. charantia</i> .....	<b>16</b>

## **ABREVIATURAS**

AA	Acido Araquidónico
CL	Concentración Letal Media
CG-MS	Cromatografía de Gases-Masas
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
NIST	National Institute of Standards and Technology
PAS	Pulgon Amarillo del Sorgo
PPM	Partes por Millon
SAS	Statistical Analysis System
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto insecticida del extracto de *n*-hexano de semillas de *Momordica charantia*. Se realizaron bioensayos en dieta artificial a diferentes concentraciones en adultos ápteros de *M. sacchari*. Los resultados muestran que el mejor efecto insecticida (80%) se logró a una concentración de 10,000 ppm, en 72 h. El control positivo imidacloprid eliminó el 100% de los áfidos mientras que el control negativo solo presentó una mortalidad del 4% en 72 h. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue de 1,427 ppm en 72 h. El estudio de CG-MS de del extracto de *n*-hexano de *M. charantia* identificó a 16 compuestos químicos, siendo el óxido de linalool el compuesto principal (34.45%). Los resultados demostraron que el extracto de *M. charantia*, pueden ser considerado como una alternativa para el desarrollo de nuevos insecticidas, siendo una alternativa ante el uso de los productos químicos sintéticos que actualmente se encuentran en el mercado.

## 1. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los alimentos básicos más importantes, este cultivo sirve de sustento a la gente más pobre del campo y así seguirá haciéndolo en un futuro previsible. El sorgo es uno de los cultivos más antiguos en las zonas tropicales y templadas del mundo. La producción de sorgo está basada principalmente en que es un cultivo que además de otros como el mijo perla *Pennisetum glaucum* es tolerante a la sequía e inundaciones y presenta resistencia a la salinidad, infertilidad y a las altas temperaturas. El sorgo puede mantener rendimientos de grano consistentes aún en ciertas regiones áridas y semiáridas, debido a que es una planta C que presenta altos niveles de eficiencia fotosintética, por lo que, comparado con otros cultivos, puede presentar rendimientos de grano aceptables aún con bajos niveles de insumos suministrados. Las mejoras que se consigan en producción, disponibilidad, almacenamiento, utilización y consumo de este grano contribuirán a la seguridad alimentaria y a la nutrición de los habitantes de esas regiones (FAO, 1995). Este cultivo es muy propenso al ataque de diversas plagas, pero actualmente el pulgón de la caña de *Melanaphis sacchari* Zehnter (Hemiptera: Aphididae), es el insecto plaga más importante y lo daña severamente (Peña-Martínez *et al.*, 2016). El uso de insecticidas químicos sintéticos está asociado con el daño ambiental, cuyo objetivo específico es reducir plagas de insectos y por consecuencia su uso afecta a organismos que no son su objetivo, por ejemplo, recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores de plagas (Devine *et al.*, 2008). También pueden contaminar el aire, el agua, biota, sedimentos y suelos, y finalmente incorporarse a la cadena alimenticia, el uso de los pesticidas ha producido daños a los ecosistemas como la resistencia de las plagas hacia los productos y se forma dependencia hacia ellos (Escobar-Castillejos *et al.*, 2011). Las plantas han servido desde hace mucho tiempo como alimento, medicina, vivienda y vestido (Celis *et al.*, 2008). Durante siglos la humanidad ha dependido de las plantas como fuente alimenticia y refugio, además que contienen una gran variedad de metabolitos secundarios que se utilizan como productos farmacéuticos, agroquímicos, sabores y fragancias, aditivos para alimentos y bioplaguicidas (Ramachandra y Ravishankar, 2002). De *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) se han aislados diversos compuestos, que han demostrado actividad como antidiabético, abortivo, antihelmíntico, anticonceptivo, dismenorrea, eccema, antipalúdico, gota, ictericia, dolor abdominal, laxante, lepra, leucorrea, montones, neumonía, psoriasis, purgante, reumatismo, fiebre y sarna (Grover y Yadav, 2004). Por lo que el objetivo principal de este

trabajo, fue conocer el potencial insecticida del extracto hexánico de semillas de *M. charantia*, además de identificar a los compuestos químicos mayoritarios presentes en el extracto, mediante cromatografía de gases-masas (CG-MS).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El sorgo

El sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench es un cultivo de cereal que pertenece a la familia Poaceae y data de hace más de 10,000 años, es también uno de los cereales más importantes, encontrándose dentro de los cinco primeros a nivel mundial; México junto con Argentina, Etiopía, India, Nigeria y Estados Unidos encabezan la lista de los principales países productores (Waongo *et al.* 2015; Venkateswaran *et al.* 2019). El sorgo es resistente a sequías y moderada tolerancia a la salinidad, es por esto que el cultivo logra desarrollarse en ambientes cálidos y secos (Venkateswaran *et al.* 2019; Sotelo-Leyva *et al.* 2020; Mansour *et al.* 2021).

El cultivo de sorgo es utilizado principalmente para consumo humano, aunque también se usa en la alimentación de ganado, en la producción de azúcar, jarabes y etanol o en la producción de bi,combustibles. Además, debido a su resistencia a altas temperaturas, se considera de interés en la ingeniería genética. Siendo así, un cultivo valioso (Dahlberg 1931; Chuck-Hernández *et al.* 2011; Ananda *et al.* 2020).

### 2.2. *Melanaphis sacchari*

El pulgón de la caña de azúcar *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), es una especie invasiva de reciente introducción en México. *M. sacchari* pueden alcanzar los 30,000 individuos por planta generando daños provocados por la succión de la savia en las hojas, las que se tornan rojizas por las lesiones, lo cual ocasiona pérdidas fisiológicas como encarrujamiento, clorosis y marchitamiento de la hoja, disminución del contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, azúcares, clorofila provocando un retraso en el crecimiento y por lo tanto la disminución del rendimiento del cultivo (SENASICA, 2014) y en el grano baja el contenido proteico, minerales y grasas (Singh *et al.*, 2004), así como daños indirectos los cuales incluyen la transmisión de enfermedades virales y la presencia de fumagina, un hongo asociado a la mielecilla que excretan los pulgones, lo que reduce la fotosíntesis. El género *Melanaphis* van der Goot, 1917 (Aphididae, Aphidini, Rhopalosiphina) involucra a 25 especies en el ámbito mundial (Blackman y Eastop, 2015). El nombre común "pulgón amarillo de la caña de azúcar" en México se ha utilizado tradicionalmente para referirse a *Sipha flava* Forbes, un integrante de la subfamilia Chaitophorinae (Peña-Martínez, 2016). La denominación común "pulgón amarillo del sorgo" y/o "pulgón amarillo de la caña de azúcar" puede referirse tanto a *M. sacchari* como a *M. sorghi* Theobald, 1904 y autores como Remaudière y Remaudière (1997) las han considerado como

sinónimos; sin embargo otros las caracterizan morfológicamente como dos especies (Villanueva et al. 2014), lo reportaron para una extensa zona del centro y sur de Estados Unidos y de Río Bravo, Tamaulipas; SENASICA (2014) lo registró en diversos municipios de Tamaulipas y Nuevo León, con gran potencial para su distribución en todo el país en diversas poáceas cultivadas. Esta especie de pulgón provoca serios daños en cultivos de sorgo y se asocia como vector de virus (El-Sayed, 2013). El pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sacchari*, es una plaga exótica, se detectó por primera vez en México en el 2013, llegó a Guanajuato en 2014 y los daños que causó en el cultivo del sorgo en 2015 fueron cercanos al 60 % y en el 2016 fueron del orden del 40%, como ha ocurrido en otros estados; sin embargo, en parcelas sin manejo adecuado la pérdida fue total (Quijano.Carranza et al., 2016).

### **2.2.1. Distribución de *M. sacchari***

Su distribución es cosmopolita o semicosmopolita, en los últimos años se ha considerado una de las especies de áfidos de mayor importancia económica en el ámbito mundial; su origen se asume asiático o de África. Ibarra et al. (2016) señalan su distribución en 26 Estados de la República Mexicana: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Recientemente se ha registrado en Baja California Norte (SENASICA, 2019).

### **2.3. Insecticidas químicos sintéticos**

Al provocar grandes pérdidas económicas, el método más utilizado para su control es la aplicación de productos químicos (Knoll, 2021). Los insecticidas son sustancias activas o preparadas que pertenece al grupo de plaguicidas destinados al control de plagas, el 90% de ellos son usados tienen efectos neurotóxicos, actúan sobre canales iónicos dependientes de voltaje que alteran la transmisión sináptica (Ndiath, 2019).

En México diversos plaguicidas han sido utilizados para el control de *M. sacchari*, como flupyradifuron, sulfoxaflor, spirotetramat, imidacloprid, pirimicarb, pymetrozine, flonicamid, afidopyropen (Perales, 2019). El manejo de *M. sacchari* en sorgo se ha basado principalmente en el uso de variedades resistentes e insecticidas sintéticos convencionales. Se han utilizado insecticidas neonicotinoides imidacloprid, tiametoxam y clotianidina como tratamientos de semillas de sorgo, los cuales llegan a proporcionar cerca de 30 días de control contra el pulgón (Haar et al., 2019). Sin embargo, estos tratamientos son limitantes, pues tanto el sorgo de grano

como forrajeros se llegan a infestar por los áfidos que hibernan localmente y áfidos alados arrastrados por el viento que aterrizan en el cultivo (Jones et al., 2015).

En un estudio de Jones et al. (2015) realizaron la fertilización de cultivos de sorgo con nitrógeno para evaluar su eficacia, se llevó a cabo en distintos estados, en Luisiana el nitrógeno tuvo una influencia positiva, ya que hubo una baja en la densidad de áfidos que colonizaban al sorgo, en cambio en Carolina del Norte no se tuvo la misma suerte. Esto indica que la eficacia del nitrógeno dependerá del suelo y condiciones ambientales en las que se lleven a cabo los cultivos. El control químico oportuno, permite una mayor productividad alimentaria al minimizar el ataque de plagas por *M. sacchari* en el sorgo, mejorando las condiciones de abastecimiento (Lama, 2019).

#### **2.4. Daños ambientales causados por pesticidas químicos**

En cuanto a la alta persistencia, movilidad y toxicidad de los pesticidas hace que los compuestos permanezcan más tiempo en el medio ambiente, provocando impactos en el medio físico y biótico (Pinto, 2021). Existen contaminantes que no se disipan fácilmente y pueden permanecer en el medioambiente durante un tiempo prolongado, dentro de ellos se encuentra el Aldrín, Clordano, DDT, Dieldrín, Endrín, Heptacloro, Hexaclorobenceno, Mirex y Toxafeno (Puerto et al., 2015).

Además, la contaminación ambiental por pesticidas está dada principalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales, entre otros (Kumar, 2021). Los sistemas acuáticos, terrestres y marinos son los más amenazados por el aporte de sustancias contaminantes como pesticidas, fertilizantes, metales pesados, organismos patógenos y otros, a través del incremento de actividades antropogénicas en las áreas adyacentes que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas (García, 2017). La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos, como a contaminaciones provenientes de tratamientos al caer al suelo el excedente de los pesticidas, o ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas (Ramírez, 2018). En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo, los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Algunos pueden permanecer durante períodos de 5 a 30 años, como es el caso del DDT (Lara, 2018). También la contaminación del aire tiene importancia cuando se trata de aplicaciones por medios aéreos, la gran extensión que abarcan

éstas y el pequeño tamaño de las partículas contribuyen a sus efectos, entre los que se cuenta el "arrastre" de partículas a las zonas vecinas, fuera del área de tratamiento (Reyes, 2017). Los pesticidas suelen dispersarse en el aire para combatir los insectos voladores, aunque en ciertos casos los ingredientes activos de dichos productos sólo actúan después de depositarse en objetos fijos, como la vegetación, donde pueden entrar en contacto con los insectos (Blanc, 2013).

Los pesticidas constituyen impurezas que pueden llegar al hombre directamente a través del agua potable y en forma indirecta a través de la cadena biológica de los alimentos. Estas sustancias químicas pueden ser resistentes a la degradación, y por lo tanto pueden persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales (Puerto et al., 2015).

## **2.5. Principales efectos tóxicos en el humano por pesticidas químicos**

La exposición a los pesticidas ocurre debido al uso indebido a nivel laboral y hogar, así como también por el consumo de alimento e inhalación de aire contaminado con pesticidas. Las principales vías que ingresan al cuerpo humano son: dérmica, oral, ocular y respiratoria. La distribución en el cuerpo humano es a través del torrente sanguíneo y excretados vía de la orina, piel y aire exhalado (Ulibarry, 2019).

La absorción dérmica puede ocurrir como resultado de una salpicadura, derrame o deriva del rocío, al mezclar, cargar, desechar o limpiar pesticidas, también puede resultar de la exposición a grandes cantidades de residuos. (Hium, 2016). La exposición oral de un pesticida por lo general surge por accidente, descuido o por razones intencionales (Blair, 2015). Algunos pesticidas pueden causar lesiones graves al tejido del ojo, y cabe destacar que la exposición respiratoria es alta, debido a la presencia de componentes volátiles que pueden causar daños en la nariz, garganta y tejidos pulmonares (Ulibarry, 2019). Las alteraciones más importantes a considerar son problemas reproductivos, cáncer, trastornos del sistema neurológico, efectos sobre el sistema inmunológico, alteraciones del sistema endocrino, desarrollo a ciertos tipos de cáncer (tórax, estomago, pancreático) a largo plazo (Muller et al., 2005). Los efectos de los pesticidas en seres humanos pueden variar de acuerdo con sus modos de acción, las dosis y las características de cada individuo, tener efectos reconocibles de inmediato o manifestarse con retardos de meses o años, también pueden ocurrir efectos reversibles, persistentes o permanentes (Wolansky, 2020).

## **2.6. Productos naturales**

Los productos naturales son compuestos que se producen mediante una fuente biológica e incluyen metabolitos secundarios que operan principalmente en microbios y plantas. Pueden

servir como armas defensivas u ofensivas es por ello que pueden mejorar las posibilidades de supervivencia del organismo productor (Duan et al. 2020). Los productos naturales y sus derivados desempeñan un papel estable y cada vez mayor en la medicina humana, la veterinaria, la agricultura, la industria alimentaria y cosmética, su importancia se debe a que en su mayoría están vinculados a fuentes renovables, lo cual los hace más valiosos dentro de la economía (Drasar and Khripach, 2019). Las plantas han sido durante mucho tiempo una fuente de productos naturales con una infinidad de actividades biológicas, debido a que producen de cientos a miles de metabolitos secundarios que pertenecen a diversas familias químicas. La utilidad biológica de los compuestos derivados de las plantas, ha sido reconocida y usada durante siglos en la práctica de la medicina tradicional, en donde los extractos de plantas se han usado para tratar diversas enfermedades (Melander et al. 2020).

## **2.7. Insecticidas botánicos**

Los insecticidas botánicos son productos cuyos ingredientes activos son derivados de plantas. Esto insecticidas ha llamado mucho la atención como alternativas efectivas a los insecticidas sintéticos. Los insecticidas botánicos son eficaces, biodegradables y más seguros que sus equivalentes sintéticos, los cuales son altamente persistentes en el medio ambiente y tóxicos para los organismos blandos, incluidos los humanos a los cuales le causan muchas de las enfermedades no identificadas después de la bioacumulación (Singh, 2009). Las plagas son causante de pérdidas anuales en la producción de los cultivos agrícolas y forestales, como parte de su control, a pesar del gran impacto de los plaguicidas en el avance de la agricultura moderna, el uso irracional de los compuestos sintéticos ha provocado serios problemas globales, como la contaminación del medio ambiente, la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos con perjuicios a la salud humana y animal, efectos negativos sobre insectos benéficos y la resistencia a ellos por parte de los organismos nocivos (Carrero, 1996). Los extractos de origen vegetal han sido usados como insecticidas desde la antigüedad. En muchas regiones del mundo, especialmente en las comunidades indígenas donde se produce para el autoconsumo, esta práctica se ha seguido usando a través de generaciones y representan un recurso renovable, más accesible y económico que los insecticidas químicos sintéticos (Alonso, 1998). Los insecticidas sintéticos usados para controlar plagas y enfermedades en los vegetales han tenido un rol muy marcado en el incremento de la producción agrícola. Sin embargo, el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades y muertes por envenenamiento a corto y largo

plazo, sino también ha afectado al medio ambiente, acumulándose por bio-concentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua.

### **2.7.1. Importancia de insecticidas botánicos**

Actualmente en el sector agropecuario se ha optado por una modalidad sobre el uso de insecticidas sintéticos que ha empujado a los agricultores a ser dependientes de estos productos, para poder producir granos y hortalizas. Además, no existe una visión consciente de todos los problemas que trae consigo el mal uso y abuso de estas sustancias químicas, como, por ejemplo: contaminación de fuentes de agua, resistencia de plagas, eliminación de organismos benéficos y problemas de salud (Jiménez-Martínez, 2009). Como alternativa viable los insecticidas botánicos son provenientes de una gran variedad de plantas, actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) como así también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas plagas.

### **2.8. *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae)**

El melón amargo *Momordica charantia* (Figura 1) es originaria de África, se utiliza en varios países como planta alimenticia y medicinal, principalmente en India, China, Malaysia, Japón, y Sur América (Patil y Patil, 2011). En la India hace parte de las más de 6,000 plantas que tienen uso en la medicina natural y tradicional (Sharma and Gupta, 2009). Es utilizada en medicina ayurvédica para el tratamiento de muchas enfermedades como diabetes, sarampión, fiebre y hepatitis, entre otras (Gupta et al., 2011). Recientemente, ha sido considerada como uno de los cinco cultivos que pueden salvar a la humanidad (Mc Creight et al., 2013). *Momordica charantia* se propaga por semillas y por lo general, se siembra directamente, pero se pueden hacer trasplantes cuando las semillas son escasas. Principalmente, las semillas se caracterizan por la presencia de pequeños cotiledones encerrados por una testa dura y gruesa, lo que dificulta la germinación, por lo tanto, se han ensayado numerosos tratamientos pre-germinativos antes de la siembra para superar las limitaciones impuestas por la testa de la semilla (Jayasinha, 1999). La malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores contribuyen a la mayor carga de enfermedad de la india. Uno de los métodos para controlar estas enfermedades es controlar el vector para la interrupción de la transmisión de enfermedades. En el pasado, las medidas de intervención basadas en insecticidas químicos orgánicos sintéticos para el control de insectos las plagas y los vectores de enfermedades han resultado en el desarrollo de resistencia a los

insecticidas en algunos médicos vectores importantes de malaria. Sin embargo, se deben realizar esfuerzos mas concertados estos estudios para hacer estos amigables con el medio ambiente compuestos viables para uso en campo y para gran escala operaciones de control de vectores (Skumar et al., 1995) 13 reportados, 99 familias, 276 géneros y 346 especies para tener propiedades insecticidas. Un estudio anterior con una planta medicinal y vegetal común de *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), ha demostrado la actividad insecticida.

### 2.8.1. Clasificación Taxonómica

**Reino:** Plantae

**Filo:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Cucurbitales

**Familia:** Cucurbitaceae

**Género:** *Momordica*

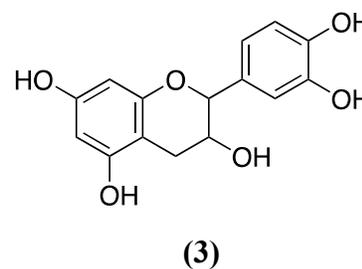
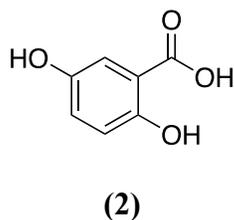
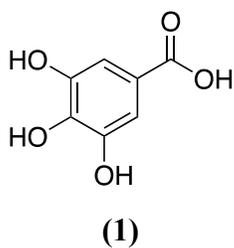
**Especie:** *Momordica charantia*



**Fig. 1.** Frutos, semillas y hojas de *Momordica charantia*

### 2.8.2. Fitoquímica de *Momordica charantia*

Estudios fitoquímicos de *M. charantia*, muestran que contiene una gran diversidad de compuestos fenólicos, saponinas, péptidos y alcaloides. También se han identificado y aislado a compuestos puros, como el ácido gálico (1), ácido gentésico (2), catequina (3), epicatequina (4), ácido caféico (5), y ácido clorogénico (6).





## 5. JUSTIFICACIÓN

México es el segundo productor más importante de sorgo a nivel mundial, pero este cereal es severamente afectado por el pulgón *M. sacchari*, los agricultores recurren frecuentemente a la aplicación de insecticidas sintéticos, que en general son tóxicos para la salud de los seres vivos y la biodiversidad, por lo tanto, es necesaria la búsqueda de nuevos compuestos que cuenten con actividad insecticida y que estos sean menos tóxicos en comparación con los productos sintéticos que se encuentran actualmente en el mercado, los insecticidas botánicos pueden ser un alternativa para el control de *M. sacchari*. Diversas investigaciones demuestran que los extractos vegetales de polaridad baja son eficaces contra diferentes especies de áfidos, *Momordica charantia* y *Swietenia macrophylla*, pueden representar un alternativa como para el control de *M. sacchari*, estas plantas han demostrado diversas actividades biológicas, incluyendo la insecticida, por lo cual en esta investigación pretendemos evaluar la efectividad de los extractos de semillas de polaridad baja de las dos especies vegetales contra *M. sacchari in vitro*.

## 6. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la actividad insecticida de *Momordica charantia* en bioensayos de contacto frente a *Melanaphis sacchari in vitro*.

## 7. OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el efecto insecticida de extractos de *n*-hexano de semillas *Momordica charantia* por medio de bioensayos de contacto *in vitro*.
- Determinar los compuestos químicos presentes en los extractos de *n*-hexano de *Momordica charantia*, mediante un análisis de cromatografía gases-masas (CG-MS).

## **8. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **8.1. Material vegetal**

Semilla de *M. charantia* fueron colectadas en la comunidad de Julián Blanco Guerrero, en el mes de mayo de 2019. Un espécimen fue enviado al MC. Gabriel Flores Franco, taxónomo del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y fue depositado con número de vouchered 39 700.

### **8.2. Obtención del extracto**

Las semillas de *M. charantia* se secaron a la sombra a temperatura ambiente y se maceraron 150 g con *n*-hexano. La extracción se llevó a cabo durante tres días por triplicado utilizando 5 L de disolvente por cada kg de semilla seca. El solvente se eliminó por completo con un evaporador rotatorio Buchi 205 (Flawil, Suiza), y posteriormente el extracto se secó al vacío.

### **8.3. Preparación del cultivo de insectos**

Adultos ápteros de *M. sacchari* fueron colectados en Tenango, Morelos, México y se determinaron taxonómicamente utilizando el claves de Blackman y Eastop (2000). Posteriormente, una crianza se estableció en un stock de plantas de sorgo de la variedad M550 (Majestic Seeds Co., Hodges, Carolina del Sur, EE. UU.). Estos se plantaron en macetas de plástico en el invernadero del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, de la Universidad Autónoma de Estado de Morelos, México (CIByC-UAEM), para su posterior uso en bioensayos *in vitro*.

### **8.4. Bioensayos de contacto**

Los extractos de *n*-hexano (0.15 ml) de las dos especies vegetales se asperjaron con ayuda de un aerógrafo, sobre adultos ápteros de *M. sacchari*, 10 áfidos se colocaran sobre una hoja de sorgo de 5 cm de longitud que se colocara dentro de una caja de Petri, en el fondo se colocó papel filtro y 1 mL de agua destilada, para evitar que la hoja de sorgo se seque, y le sirva de alimento al insecto, se aplicaron concentraciones de 10,000, 5,000, 2,500 y 1,000 ppm y se evaluó la mortalidad a las 24, 48 y 72 h posteriores, como control negativo se utilizó agua y Tween 20 (0.2%) y como control positivo el insecticida químico imidacloprid.

### **8.5. Cromatografía gases masas (CG-MS)**

Para identificar los compuestos de baja polaridad presentes en el extracto de *n*-hexano de *M. charantia*, 5 mg del extracto fueron analizados en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. La prueba se realizó en un cromatógrafo de gases

acoplado a masas. Los datos cromatográficos y de masas fueron obtenidos en un equipo Agilent Technology 6880 acoplado con un espectrómetro de masas. La espectrometría de masas se realizó por impacto electrónico y el equipo tiene un detector MSD y una fuente iónica Agilent 5973N a 230 ° C. El sistema estaba equipado con inyección automática. La columna cromatográfica es una columna HP-5MS de 30 m x 0250 mm con un espesor de película de 0.25 µm. La temperatura inicial de la columna fue de 40 °C, la cual se incrementa a 250 °C durante 10 minutos a una velocidad de 10 °C min<sup>-1</sup>, hasta alcanzar 285 °C durante 20 minutos. El flujo de gas helio fue de 1 mL/min y el tiempo total de ejecución fue de 20 minutos. La muestra diluida (10 µL del extracto en 1.0 ml de disolvente) se inyectó (2 mL) en modo dividido a 250 °C, los espectros se obtuvieron a 1,918 de voltaje de ionización (e/m) con un rango de 40-450 m/z de la masa analizada. Los compuestos del extracto se identificaron y autentificaron utilizando sus patrones de fragmentación en comparación con la versión 1.7 A de la biblioteca NIST.

#### **8.6. Estadística**

Los datos de mortalidad se transformaron por la función Arcoseno antes de someterse a su análisis estadístico, en un diseño completamente al azar a través de un modelo simple utilizando un procedimiento lineal general. La comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey a un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Por otra parte, los tratamientos que tuvieron un efecto dependiente a la concentración se sometieron a un análisis de regresión, con la finalidad de calcular la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) mediante el análisis Probit en el programa estadístico SAS ver. 9.0.

## 9. RESULTADOS

### 9.1. Actividad insecticida de *Momordica charantia*

En la tabla 1 se muestran los promedios de mortalidad acumulada de los áfidos, en función del tiempo de evaluación. El efecto insecticida de los productos aplicados se manifestó desde las 24 h; a este tiempo, el porcentaje mayor se observó para la concentración de 10,000 ppm (42%). A las 48 h, se observó un aumento en la mortalidad en todos los tratamientos; el mayor efecto se produjo a una concentración de 10,000 ppm (76 %); sin embargo, los mayores porcentajes de mortalidad se observaron a las 72 h; los tratamientos a 10,000 y 5,000 ppm causaron mortalidades del 80 y 70 %, respectivamente. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto de hexánico de *M. charantia* fue de 6,008 ppm en 72 h.

**Tabla 1.** Efecto del extracto de hexano de *Momordica charantia*, en cuatro concentraciones, en adultos ápteros de *Melanaphis sacchari*, en bioensayos de contacto.

Tratamientos (ppm)	Porcentaje de mortalidad (± DE)		
	Horas despues de la aplicación		
	24 h	48 h	72 h
1,000	14 ± 1.3 c	32 ± 1.3 de	46 ± 1.5 c
2,500	8 ± 0.8 bc	40 ± 1.2 cd	56 ± 1.1 c
5,000	30 ± 1.2 bc	42 ± 1.4 bc	70 ± 0.7 b
10,000	42 ± 1.9 b	76 ± 1.5 b	80 ± 1.5 a
Imidacloprid (1%)	100 ± 0.8 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
Tween 20 (0.2%)	2 ± 0.4 c	4 ± 0.5 e	4 ± 0.5 d

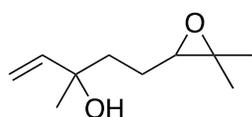
\*Las medias en cada columna con una letra diferente fueron significativamente diferentes, prueba de comparación múltiple de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ). (CL<sub>50</sub> = 1,427 ppm en 72h).

Los compuestos químicos presentes en el extracto de hexano de semillas de *M. charantia* se presentan en la Tabla 2, siendo el óxido de linalol el compuesto mayoritario (34.45%), seguido del óxido de limoneno (18.9%) y el óxido de cariofileno (8.8%) (Figura 2).

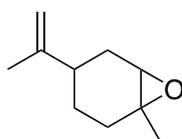
**Tabla 2.** Composición química del extracto de hexano de semillas de *M. charantia*.

Constituyentes	Tiempo de retención (min)	Cantidad (%)
Linalol	8.719	1.8
5-hexenal, 4- (acetiloxi) -4-metil-	9.685	3.22
2-ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletenil) -, trans	10.578	2.3
D-carvona	10.933	3.27
Antranilato de linalilo	11.058	2.0
Acetato de isopulegol	11.471	3.7
Dihidrocarveol	12.056	2.53
Óxido de limoneno	12.273	18.9
1,2-ciclohexanodiol, 1-metil-4-(1-metiletenil)-	12.365	3.71
$\beta$ -terpineol	12.404	3.51
8-hydroxilinalool	12.687	6.46
3,7-nonadien-2-ol, 4,8-dimetil	12.976	5.31
Linalool oxide	14.565	34.45
Óxido de cariofileno	15.452	8.8
Platambin	18.500	1.6
Labdano alcohol	19.433	1.2
Total		98.76

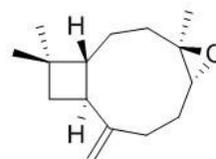
**Fig. 3.** Estructuras químicas de los compuestos principales identificados en el extracto de *n*-hexano de *M. charantia*.



Óxido de linalol



Óxido de limoneno



Óxido de cariofileno

## 10. DISCUSIÓN

En esta investigación se reportan compuestos de baja polaridad de *M. charantia*, el análisis de CG-MS del extracto hexánico de *M. charantia* identificó la presencia de terpenos y diterpenos.

*M. charantia* demostró ser tóxico contra *Melanaphis sacchari*, pues provocó una mortalidad de entre 70 y 80% en concentraciones de 5,000 y 10,000 ppm. La actividad insecticida de extractos de polaridad baja contra áfidos ya ha sido comprobada; por ejemplo, Singh et al. (1988) determinaron la actividad insecticida por contacto de los extractos acuosos, etanólicos y hexánicos de *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) contra *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae); el extracto no polar (hexánico) mostró una mayor actividad insecticida (48%) a una concentración de 5,000 ppm. Nuestro estudio reveló una mortalidad similar (46%) a 5,000 ppm, en 72 h. Cheikh-Affene et al. (2012) evaluaron extractos de *n*-hexano de especies de rosas, contra *Aphis fabae* Scop. y *Acyrtosiphon pisum* Scop. (Hemiptera: Aphididae). *Rosa dumetorum* Thuillier (Rosaceae) presentó el mayor porcentaje de mortalidad para ambos áfidos, y mediante un análisis de CG-MS se identificó al ácido araquidónico como componente principal. Por lo tanto y teniendo en cuenta que estamos usando extractos de polaridad baja, el extracto hexánico de *M. charantia* mostró actividad insecticida contra *M. sacchari*. Los compuestos de baja polaridad como el óxido de linalol y óxido de limoneno presentes en *M. charantia* podrían estar involucrados en el efecto insecticida del extracto. Los resultados demostraron que este tipo de terpenos y diterpenos mayoritarios en el extracto de *M. charantia* pueden ser considerados como una alternativa para el desarrollo de nuevos insecticidas, constituyendo una opción ante los productos químicos tóxicos que actualmente se encuentran en el mercado.

## 11. CONCLUSIONES

Habiéndose llevado a cabo la evaluación en bioensayos de contacto frente a *in vitro* y el análisis en cromatografía de gases (GS-MS) de los extractos de *M. charantia* (*n*-hexano)(McH) y *S. macrophylla* (*n*-hexano)(SmH), es posible concluir con lo siguiente:

- La especie *M. charantia* presentó diferencia estadística cuando se aplicó en el bioensayo de contacto *in vitro* desde las primeras 24 hrs. (Tabla 1).
- A las 24 hrs. *M. charantia* mostró el mayor efecto y este se produjo a una concentración de 10,000 ppm, obtuvo un porcentaje 46 % de mortalidad en el extracto de *n*-hexano (Tabla 1).
- A las 48 hrs. *M. charantia* mostró el mayor efecto y este se produjo a una concentración de 10,000 ppm, obtuvo un porcentaje 76 % de mortalidad en el extracto de *n*-hexano (Tabla 1).
- A las 72 hrs. se mostró el mayor porcentaje de mortalidad en *M. charantia* los tratamientos a 10,000 y 5,000 ppm causaron mortalidades del 80 y 70 %, respectivamente (Tabla 1).
- Se determinó la composición química del extracto hexánico de semillas de *M. charantia*, siendo el óxido de linalol el compuesto mayoritario (34.45%), seguido del óxido de limoneno con (18.9%) (Tabla 2).

## 12. REFERENCIAS

- Alonso, O. (1998).** Los insecticidas botánicos: una opción ecológica para el control de plagas. Estacion Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” Matanzas.
- Ananda, GKS., Myrans, H., Norton, SL., Gleadow, R., Furtado, A., Henry, RJ., (2020)** Wild sorghum as a promising resource for crop improvement. *Front Plant Sci.* 11:1108.
- Blackman RL, Eastop VF (2000)** Aphids on the World’s Crops: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons, Chichester.
- Blanc L., Bouvier E., Gruber A., Baldi I., Fabrigoule C. (2013).** Cognitive disorders and occupational exposure to organophosphates, 11: 96-1086.
- Carrero, J. (1996).** Lucha Integrada contra las Plagas Agrícolas y Forestales. Mundi Prensa. Madrid, Insecticidas biorracionales. Escrito por Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España.
- Celis A., Mendoza C. y Marcos P. (2008).** Extractos vegetales utilizados como biocontroladores. *Agronomía Colombiana*, 26(1); 97-106.
- Chuck-Hernández C, Pérez-Carrillo E, Heredia-Olea E and Serna-Saldívar SO, (2011)** Sorghum as a multifunctional crop for bioethanol production in México: technologies, advances and improvement opportunities. 10(3): 529-549.
- Dahlberg J (2019)** The role of sorghum in renewables and biofuels. *Methods Mol Biol.* 1931: 269–77.
- Devine G., Eza D., Ogusuku E., Furlong M. (2008).** Uso de insecticidas: Contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.* 25(1), 74-100. España. 256 p.Camp. 1988.
- Drasar, PB, Khripach VA. (2019).** Growing importance of natural products research. *Molecules.* 25(1): 1-6. DOI:10.3390/molecules25010006.
- Duan Y, Petzold M, Saleem-Batcha R, Teufel R. (2020).** Bacterial tropone natural products and derivatives: Overview of their biosynthesis, bioactivities, ecological role and biotechnological potential. *Chembiochem.* 21(17): 2384–2407. DOI:10.1002/cbic.201900786
- El-Sayed, A. I. (2013).** Maize (*Zea mays* L.) constitutes a novel host to Sugarcane yellow leaf virus. *Canadian Journal of Plant Pathology.* 35(1): 68-74

- Escobar-Castillejos D., Caballero-Roque A., Rendón-Von Osten J. (2011).** Prácticas de utilización para plaguicidas en la localidad de la Nueva Libertad, La Concordia, Chipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* (1); 19-30.
- FAO, (1995).** El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición No. 27
- García C., Meza D. (2017).** Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Re Ximha,* 21(12): 1-10.
- Grover, J. Yadav, .S, (2004).**- Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review.- *Journal of Ethnopharmacology,* 93(1): 123-132.
- Gupta, M.; Sharma, S.; Gautam, A.; Bhadauria, R. (2011).** *Momordica charantia* Linn. (karela): nature's silent healer. *Int J Pharm Sci Rev Res.*
- Haar, P. J., Buntin G. D., Jacobson A., Pekarcik A., Way M., Zarrabi A. (2019).** Evaluation of Tactics for Management of Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae) in Grain Sorghum. *Journal of Economic Entomology,* 112 (6): 2727-2730.
- Hium K., Kabir E., Jahan S. (2016).** Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment,* 5: 525-528.
- Jayasinha, P. (1999).** Karawila. *Momordica charantia.* A literature survey. Medicinal and Aromatic Plant Series No. 3. Information Services Centre, Industrial Technology Institute, Colombo, Sri Lanka. 36 p.
- Jiménez-Martínez E. (2009).** Manejo integrado de plagas. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. 19-45p.
- Jones N., Sebe, B., Williams S., Emfinger K., Kernes D. (2015).** Efficacy of Neonicotinoid Seed Treatments Against *Sugarcane Aphid* in Grain Sorghum. *Arthropod Management Tests,* 40(1): 23-27.
- Knoll J., Uchimiya M., Harris Shultz K. (2021).** Juice chemical properties of 24 sorghum cultivars under varying levels of sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) infestation. *Arthropod-Plant Interactions,* 15(5), 701-719.
- Kumar M., Yadav, A. N., Saxena, R., Paul, D., Tomar, R. (2021).** Biodiversity of pesticides degrading microbial communities and their environmental impact. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology,* 31: 101-883.
- Lama, L., Wilson, B. E., Davis J., Reagan T. (2019).** Influence of sorghum cultivar,

phenological stage, and fertilization on development and reproduction of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 102(1): 194-201.

**Lamb F.B. (1963).** On Further Defining Mahogany. *Economic Botany*

**Lara, G. (2018).** Plaguicidas en la biodiversidad del suelo; su comportamiento como contaminantes, *Revista Cubana de Higiene y epidemiología*, 7: 19-28.

**Mansour MMF, Emam MM, Salama KHA and Morsy AA. (2021).** Sorghum under saline conditions: responses, tolerance mechanisms, and management strategies. *Planta*. 254(2): 24.

**Mayhew, J.E. & Newton, A.C. (1998).** The silviculture of mahogany. Wallingford, Institute of Ecology and Research Management, University of Edinburgh. CAB International.

**Mc Creight. J.; Staub, J.; Wehner, T.; Dhillon, N. (2013).** Gone global: familiar and exotic cucurbits have asian origins. *Hort Sci*. 48:1078 - 1089.

**Melander, RJ, Basak AK, Melander C. (2020).** Natural products as inspiration for the development of bacterial antibiofilm agents. A review. *Nat Prod Rep*. 37(11): 1454-1477. DOI:10.1039/d0np00022a

**Müller, N., Faria, X., Facchini, L.A., Gastal, A., Tomasi, E. 2005.** Pesticides and respiratory symptoms among farmers. *Revista de Saúde Pública* 39:973-981.

**Ndiath MO (2019)** Insecticides and Insecticide Resistance. *Malaria Control and Elimination*. 287–304.

**Patil, S.A.; Patil, S.B. (2011).** Toxicological studies of *Momordica charantia* Linn seed extracts in male mice. *Int J Morph*. 29:1212 - 1218.

**Pennington, T.D. & Styles, B.T. (1981).** *Meliaceae*. *Flora Neotropica Monografía* 28. The New York Botanical Garden. Bronx, New York. pp.

**Peña-Martínez R., Muñoz-Viveros AL., Bujanos-Muñiz R., Luévano-Borroel J., Tamayo-Mejía F. y Cortez-Mondaca E. (2016).** Formas sexuales del complejo pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari/sorghii* en México. *Southwestern Entomologist*, 41(1); 127-132.

**Perales R., Hernández A., Valle de La Paz M., Peralta F. (2019).** Biological effectiveness of Singular 350 SC for control of *Melanaphis sacchari* in *Sorghum bicolor*. *Revista Centro Agrícola*, 46(1): 31-36

**Pinto, C. (2021).** Interacciones tóxicas entre contaminantes ambientales y el hombre. *Notas de Campus*, 2(1): 1-2.

- Puerto, A., Suarez T., Palacio D. (2015).** Effects of pesticides on health and the environment. *Higiene y Epidemiologia*, 16: 372-387.
- Quijano-Carranza, J. A. , A. Vázquez-Ortega, L. B. J. D. García, Cuéllar-Zambrano, C., Cerrito-Arellano R. y R. Yáñez-López. (2016).** Sistema de monitoreo del pulgón amarillo del sorgo, *elanaphis sacchari* (Zehntner).pp. 140-148.
- Ramachandra S. y Ravishankar GA. (2002).** Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*. (20); 101-153.
- Ramirez, J. (2018).** Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2): 67-75.
- Reyes G., Alegria, H. (2017).** Toxic effects of exposure to pesticides in farm workers in navolato, SINALOA (MÉXICO). 34(3): 505-516.
- Sharma, A, and Gupta R. (2009).** Biological activity of some plant extracts against *Pieris brassicae* (Linn.). *J. Biopest*. 2: 26-31.
- SENASICA, (2014).** *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*. [En línea] Disponible en: [http://www.cesavep.org/descargas/SORGO/FichaT%C3%A9cnicaNo.43Pulgonaamarillo\\_25junio.pdf](http://www.cesavep.org/descargas/SORGO/FichaT%C3%A9cnicaNo.43Pulgonaamarillo_25junio.pdf) > [Último acceso: 20 Marzo 2020].
- SENASICA, (2019).** *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad Calidad Agroalimentaria*. [En línea] Disponible en: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20Chinche%20Marmolada.pdf> > [Consulta: 26 Marzo 2022].
- Sharma, S.; Tandon, SH.; Semwal, B.; Singh, K. (2011).** *Momordica charantia* Linn: A comprehensive review on bitter remedy. *J Pharm Res Op*.
- Singh, P.P., Singh, A., Chauhan, S.M.S. (2009).** Activity guided isolation of antioxidants from the leaves of *Ricinus communis* L. *Food Chemistry* 114:1069-1072. doi:10.1016/j.foodchem.2008.10.020.
- Singh, P., Padmaja, S., Seethamara, N. (2004).** Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection*, 23(9): 739-755.

- Sotelo-Leyva C**, Salinas-Sánchez DO, Peña-Chora G, López-Martínez V, González-Cortazar M and Zamilpa A (2020) Efecto Afidicida de una Fracción de Flavonoides de *Dodonaea viscosa* contra *Melanaphis sacchari*. *Southwestern Entomologist*, 45(1): 185-196.
- Sukumar** Kumuda, Perich MJ, Boobar LR. (1995) Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J Am Mosq Contr Assoc* 199.
- Ulibarry**, P. G. (2019). Efecto de los plaguicidas sobre la salud. *Biblioteca Nacional del Congreso de Chile*, 8: 21-26. United Sorghum Checkoff Program (2021) Sorghum Checkoff [ En línea] disponible en <<https://www.sorghumcheckoff.com/sorghum-101/>> [consulta: 26 de Marzo2022].
- Villanueva**, S. R.T., S. Armstrong, D. Sekula-Ortíz, G. Esparza-Díaz and V. Maya. (2014). Status of the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (HEMIPTERA:APHIDIDAE) in México and the U.S. 2013-2014. *Memorias XXXVII Congreso Nacional de Control Biológico*. Mérida, Yucatán, México, 6-7 Noviembre de 2014.
- Venkateswaran**, K. Sivaraj, N. Pandravada, S R. Reddy, MT. Babu, BS., (2019) Classification, Distribution and Biology. En: *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*. Elsevier. 33–60.
- Waongo**, A. Yamkoulga, M. Dabire-Binso, C. Ba, M, and Sanon, A., (2013) Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso: Perception paysanne et évaluation des stocks. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 7(3): 1157-1167.
- Wolansky M.**, (2020). Plaguicidas y salud humana. *Departamento de Química Biológica, UBA*, 7-9.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

SECRETARÍA GENERAL

Escuela de Estudios Superiores del Jicarero

Dirección



El Jicarero, Jojutla, Morelos, 17 de abril del 2024

**DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE  
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES  
PRESENTE.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Licenciado en Biología: **C. Hugo Armando Zuñiga Alcazar, matrícula: 10006226** con la modalidad **Tesis profesional por etapas (ART. 26°)** con el título del trabajo: **Actividad insecticida de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) contra *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae).**

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

Voto a favor: \_\_\_\_\_X\_\_\_\_\_

Voto en contra: \_\_\_\_\_

Necesita arreglar o eliminar algo: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

Firmas

Dr. David Osvaldo Salinas Sánchez  
Mtro. Humberto Flores Bustamante  
Dr. César Sotelo Leyva  
Mtro. Juan Carlos Juárez Delgado  
Dr. Rodolfo Figueroa Brito

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**DAVID OSVALDO SALINAS SANCHEZ | Fecha:2024-04-16 12:17:42 | FIRMANTE**

Mhe5TV1WQVjvwXC9Pv9nPO1NDaaqWhK8857Tz23n8BqHETxaKA3vJcwxgDyma5oqJC26BgUSuLEmfnPe24NWwt3+By2hrbfare3OnRfuvgtFd/U8NmKA1VlecZUFxcXoLI9wp7NXdLQN9CYTZ1LutQj6SWrXlk9QeR11GSt1p0TXZpq56HIIAkWzcdDdro/s8COvGzr0xHoNHFJVtJ1G8Sv6dxGp1OxCs+lv5nfl37zLHrf3P+wyd/9zQtUHK/aMMsOuaRzzzbjmbds2gmFQc4+3X6FJdpV0VPz4zg8kX9mLi8OLOuzKSuu2Vg//UDHEDnz9OZx78p2C9gZmCkk7bQ==

**JUAN CARLOS JUAREZ DELGADO | Fecha:2024-04-16 13:06:44 | FIRMANTE**

XPtUlfw7R1cWVyy6mhohBvWAn8GxghAQ2CXMs3IK7qPGFkKbc3FYh+V9ihq21/OTOI70TgXGJmzAk+6Fd8AIkFvKS+aoQIC7skP8i/J6L/LqxftqEdXa/zJ/c0XissWZFqNx5IKsGg0EQFY2jGn02yPfoMQlx6FcL/0oREOAxiLNY8pWkEzPlr9rWLDrw0rOjDFylyxm2dbGhg9cNLJ7ioHoks5r4mAWyWUJzVn73r5jhy5WJ0BOSQRCYTPgziLytlLNkYs3s1HE0RgjbB0NFUj2tQgu3xXcHtD1CgKL4cTPRjwFFg/RoVj6us7I4DY4FhXpWCPriU1wf7qP3w==

**HUMBERTO FLORES BUSTAMANTE | Fecha:2024-04-17 09:01:06 | FIRMANTE**

LNdoH3qqB0ygS833U2kPsxrN5dKJqDSkxAiTYqPIA631SBjtz3ySo1cPgtCrOubSkcVwU9/ufT40GO+nHNT0TunbeFjRTJxkNS1AYffGNgFuleWVlZ7trQBpE2NGrluhdSebCo6KPGeoD9kO3mnmVgVumqazCT49ZvYdvpil48rVxVrMVLXUVPxHO7PjyBnHMeFwZp3/kQ9OeUIIVX3ZYLWEGbsepfDwwgoMLzD3yQRsy/MT3ya7aPLq3StvFXFeSZosxM5YDj+CF0mJS6QIYtvEgFqfqiV9BfYfzofcjYFhBR/IVWXqij3mu/j9MuiNtxhvhvZPXmqLHZV9tGdw==

**RODOLFO FIGUEROA BRITO | Fecha:2024-04-17 11:12:18 | FIRMANTE**

BFezQeZoHP0ce8RNaoSDWmGy2e70ZkmRHnkouZhlElwkwBhszbq31LtGIFrP4c3DYixd6Lz2m6wSIFMNDvpa83ng12lr680f0ukcerFjNE9aGHkCnWHM1VrGzpFfKZrtbmNOehRatvAEk6dSzc5sgdLcKHng1zbUQBZBuNzeUCXBWIOQys0xc6viOcV08XXHhQyEmyMieFFth/uYDLdHvZn7XvGiYclERI2Pw0tNSp4sUzePXVFFHvuV6/UVZvzhZfxstQMXtwp3BcLsBOI4f1tDGE+DzzaFnTYM0Grij2zU/zWW89n5ixT3cCHuH2f1zZ+R/IR/3SbEWnYCKA6A==

**CESAR SOTELO LEYVA | Fecha:2024-04-17 11:13:30 | FIRMANTE**

clKky/nKADlmeROK/hQtkSxKyVdyNpcfPRPXn+D5Q5TdtU7tsfFCSIP67/Fw0UHIZhk8UqRqIR/ypz4J79Wh3R8W0Jcy1VXI/U69sbRMVJrGdc8E9v3Rka1G/s/nPrp+HQfb7Da+BB7Y1oBhr6I8gJF9+AQVKTF4bkYQ6kRfeK47toUwCu3LGA8StETOC3UNE6Cnlb1je5g56SFOZfSjFkqxjF7zkd90mAieofuXzsHjzHs+VSzE0q4mXl51OPyoLhwjDeh9vzume1yD+ZditjaXJsn3GcD/9w1t0L1NlqtA6U+MRKXZP3ZN5EbtgSUKSp/tgeD7AMDGWONf/OJw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



WGC2bvAXY

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/gvBchOiPLK0UfCIHJq5zwdFBZgXmsV>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029