



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

CAMPUS CALKINÍ

TÍTULO DE LA TESIS

EFFECTO INHIBIDOR DE BACTERIAS DE ACEITE ESENCIAL DE CÁSCARAS DE NARANJA AGRIA (*CITRUS AURANTIUM*), CON POSIBLE APLICACION COMO BIOREPELENTE.

TESIS

Que presenta:

JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH

Como requisito para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
(BIOPROCESOS Y ALIMENTOS)**

Directores de tesis:

DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI

DR. RACIEL JAVIER ESTRADA LEÓN

Calkiní, Campeche, México

julio, 2023





Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el Estado de Campeche

Calkiní, Campeche a 10 de Julio de 2023.

El Comité de tesis del candidato (a) a grado de maestro: JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH, constituido por CC. Dr. Yasser Alejandro Chim Chi, Dr. Raciél Javier Estrada León, MCIB. José Dolores Lira Maas y MC. José Armando Tec Pool habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: **Efecto inhibidor de bacterias con aceite esencial de cáscaras de naranja agria (*Citrus aurantium*) con posible aplicación como biorepelente**, que presenta como requisito para obtener el grado de Maestro (a) en Ciencias de la Ingeniería, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.15.5, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

ATENTAMENTE



DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI
DIRECTOR DE TESIS



DR. RACIEL JAVIER ESTRADA LEÓN
CO-DIRECTOR DE TESIS



MCIB. JOSÉ DOLORES LIRA MAAS
TUTOR



MC. JOSÉ ARMANDO TEC POOL
TUTOR

Av. Ah Camil s/n por Carretera Federal - C. P. 24900 - Calkiní, Campeche
www.itescam.edu.mx - Tel. (981) 8292042 Ext. 1004

CPI-FO-05-07
Carta de liberación de tesis
Vigente desde: Enero 2023
Revisión: 03



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Dirección General

RECONOCIMIENTO

Por medio de la presente, hago constar que el trabajo de tesis titulado:

“EFECTO INHIBIDOR DE BACTERIAS CON ACEITE ESENCIAL DE CASCARA DE NARANJA AGRIA (*Citrus aurantium*) COMO POSIBLE APLICACIÓN COMO BIOPELENTE”

Del programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería fue llevado a cabo por JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH y se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, bajo la Dirección de la **DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI** y bajo la co-dirección del **DR. RACIEL JAVIER ESTRADA LEÓN**.

ATENTAMENTE

“Sabiduría, fortaleza de nuestra cultura.”



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
CALKINÍ, EN EL ESTADO DE CAMPECHE
“ DIRECCIÓN GENERAL ”
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO

MTRO. RODOLFO ENRIQUE CARDOZO RIVERO
DIRECTOR GENERAL



Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche, C.P. 24900
Tel. 996 813 4870 ext. 1201, e-mail: dir_dcalkini@tecnm.mx | itescam.edu.mx

CPI-FO-06-02
Oficio de Asignación para examen de grado
Vigente desde: Enero 2023
Revisión: 03



2023
Francisco
VILLA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Posgrado e Investigación

Calkiní, Campeche a 14 de Agosto de 2023.

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mis estudios de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Tecnológico Nacional de México - Campus Calkiní. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH



Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche, C.P. 24900
E-mail: coordinacion.posgrado@itescam.edu.mx | itescam.edu.mx



2023
Francisco
VILLA



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el Estado de Campeche

Calkiní, Campeche a 20 de junio de 2023

Asunto: Carta de liberación de plagio

JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH
PRESENTE

Por este conducto me permito informarle que con base a los resultados obtenidos por el software institucional (*turnitin - similarity*) es posible afirmar que el porcentaje de similitud de la tesis fue del 17%, lo cual es menor al máximo permitido por el consejo académico. La tesis analizada corresponde al estudiante JAVIER ALEJANDRO MEDINA PECH con número de matrícula G21137577 perteneciente al Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería, cuyo título de tesis es **EFFECTO INHIBIDOR DE BACTERIAS CON ACEITE ESENCIAL DE CÁSCARA DE NARANJA AGRIA (CITRUS AURANTIUM) CON POSIBLE APLICACIÓN COMO BIOREPELENTE** el cual es dirigido por el DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI.

Con base a lo descrito anteriormente, se establece la tesis como LIBERADA DE PLAGIO.
Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
CALKINÍ EN EL ESTADO DE CAMPECHE
"DEPARTAMENTO DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN"
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MEXICO


DR. LUIS ALFONSO CAN HERRERA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Contento y con mucha alegría dedico este trabajo de investigación a todas aquellas personas que estuvieron a lo largo de este tiempo.

A Dios, al divino creador por esta maravillosa vida y regalarme una familia maravillosa.

A mi más grande y sincero amor, a mi esposa Marlene del Rosario May Naal, por su dedicación, tiempo, pero sobre todo por su apoyo incondicional.

Al tesoro de mi vida, mi más grande amor y dueña de mi tiempo, mi motivo a seguir superándome en la vida, y en mi carrera profesional, a mi hija: Alejandra Guadalupe Medina May.

AGRADECIMIENTO

La vida es sin lugar a dudas maravillosa pero lo más bello es compartirlo con esas personas que tanto queremos y amamos.

Es por eso que quiero hacer mención de tan importante han sido para la realización de este trabajo de investigación, que cada día ha valido la pena para la culminación con éxito y por un peldaño más en mi vida y en mi carrera profesional.

A Margarita Naal Alcocer y Manuel May Chable por todo el apoyo que me brindaron para la realización de este trabajo.

Quiero agradecer infinitamente al Dr. Yasser Alejandro Chim Chi, director de tesis, quien puso todo su saber y experiencia su tiempo y dedicación, para que este trabajo de investigación se llevara a cabo, también agradecer su amistad y confianza con un servidor.

A mis padres: al Prof. Ausencio Medina Carballo y a la señora Maria Marcelina Pech Yerbes, gracias por sus consejos y regalarme esta vida maravillosa.

A la escuela mater ITESCAM, gracias.

A la fundación Pablo García, por la beca brindada para la realización de este proyecto de investigación.

Al CONACYT, por la autorización del apoyo y beca brindada para la realización de este trabajo de investigación.

Al Prof. Erick Ayuso y la Prof. Noemi Asunción Och Santini, gerentes de la Comercial Géminis, por el apoyo y tiempo brindado para ausentarme del trabajo y llevar a cabo este proyecto de investigación.

A los compañeros de generación gracias por las convivencias y experiencias a lo largo de estos dos años de maestría.

iiiiiiGracias!!!!!!

CONTENIDO	
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I ANTECEDENTES.....	5
1.1. Clasificación de aceites esenciales.....	5
1.2. Generalidades de la naranja agria.....	12
1.3. Cultivo de chile habanero.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	21
HIPOTESIS.....	22
OBJETIVOS.....	23
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
2.1. Parámetros físico-químicos.....	26
2.2. Parámetros bioactivos.....	26
2.3. Actividad biorepelente.....	27
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	30
3.1 Caracterización físico-química.....	30
3.2. Caracterización bioactiva.....	32
3.3. Actividad biorepelente.....	34
CAPITULO IV. CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del chile habanero.....	14
Cuadro 2. Producción nacional de chile habanero.....	16
Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de aceite esencial de naranja agria.....	30

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Plántulas en germinación de chile habanero.....	28
Figura 2. Transplante de chile habanero.....	33
Figura 3. Actividad antimicrobiana de aceites esenciales de naranja agria.....	33
Figura 4. Biorepelencia de aceites esenciales de naranja agria.....	34

RESUMEN

Actualmente existe un interés en el aprovechamiento de residuos agrícolas en la obtención de un proceso de gran interés por manufactura agroalimentaria. En el municipio de Hecelchakán, Campeche se utiliza naranja agria (*Citrus aurantium*) para preparación de platillos y las cáscaras son desechadas. En el presente trabajo se utilizan dichas cáscaras en la obtención de aceites esenciales (AE) de cítricos capaces de controlar microorganismos presentes en diferentes alimentos. Logrando obtener AE mediante purificación con arrastre de vapor (rendimiento 5.5 %). Los parámetros fisicoquímicos son semejantes a los conseguidos por diferentes escritores con aceites cítricos: Densidad 0.834 g/ml, pH 6.95, Acidez 0.013, índice de refracción 0.75, actividad antioxidante 83.8%). Con respecto a la actividad antibacteriana se realizaron siembras en agar Mc Conkey utilizando bacterias Gram + (*Escherichia coli*) y controles positivo y negativo (ampicilina y agua estéril). Se obtuvieron halos de inhibición de 1.2 cm con el aceite esencial. De igual forma, se usó este aceite en el sector agrícola como Biorepelente contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en chile habanero. Teniendo resultados favorables ya que en concentraciones de 2% y 3.64% de aceite esencial se logró una disminución de esta mosquita blanca en el cultivo del habanero, logrando comprobarlo por medio análisis de imagen, con el que pudimos analizar las imágenes tomadas al momento de la aplicación de las concentración del aceite esencial. Cabe mencionar que se utilizaron controles positivos utilizando agua y un insecticida químico (Engeo). Por tanto, este aceite podría ser usado como controlador de microorganismos y de plagas en diferentes alimentos y cultivos, respectivamente.

ABSTRACT.

Currently there is an interest in use of agricultural residues to obtain process of great interest for agrifood manufacturing. In Hecelchakán, Campeche, sour orange (*Citrus aurantium*) is used to prepare dishes and the peels are discarded. In the present work, peels are used to obtain citrus essential oils (AE) capable of controlling microorganisms present in different foods. Obtaining AE by purification with steam stripping (yield 5.5%). The physicochemical parameters are similar to those obtained by different writers with citrus oils: Density 0.834 g/ml, pH 6.95, Acidity 0.013, refractive index 0.75, antioxidant activity 83.8%). Regarding antibacterial activity, Mc Conkey agar was seeded using Gram + bacteria (*Escherichia coli*) and positive and negative controls (ampicillin and sterile water). 1.2 cm inhibition halos were obtained with the essential oil. Similarly, this oil was used in the agricultural sector as a biorepellent against the white fly (*Bemisia tabaci*) in habanero peppers. Having favorable results since in concentrations of 2% and 3.64% of essential oil a decrease of this white fly in the habanero crop was achieved, being able to verify it by means of image analysis, with which we were able to analyze the images taken at the time of the application of essential oil concentrations. It is worth mentioning that positive controls were used using water and a chemical insecticide (Engeo). Therefore, this oil could be used as a controller of microorganisms and payments in different foods and crops, respectively.

INTRODUCCION.

El sector alimentario es gran generador de residuos orgánicos, debido a la creciente demanda poblacional se generan toneladas diarias de desechos de frutas y hortalizas. Es destacable que el jugo de algunas frutas solo sirven para la realización de jugos naturales, así como para la elaboración de condimentos, tal es el caso de los cítricos, en especial *Citrus aurantium*, la naranja agria. La dificultad consiste en controlar de manera eficiente y a la vez ecológica los residuos de esta, ya que al almacenarlos se descomponen y generan olores y gases.

En la actualidad, la tecnología, permite buscar soluciones para que de una manera eficiente y sin contaminar el medio ambiente se consigan bondades que ofrecen el aprovechamiento al poder darle una segunda utilidad a los residuos y darles un valor agregado. Por medio de modernos métodos de análisis de extracción obtenemos un aceite esencial, que contienen sustancias que han despertado interés no solo en el sector alimenticio si no también en el sector agrícola ya que se pueden emplear como “insecticidas, repelentes” contra diversos insectos que dañan a los cultivos y al mismo utilizar menos fertilizantes químicos que causan daños al medio ambiente.

Al término de la producción industrial del jugo de cítrico, la parte desechada es la materia prima obteniendo AE, aprovechándolo eficientemente así como racionalmente para un manejo sustentable.

Planteamiento del problema.

México es un país con mucha biodiversidad se utilizan plantas medicinales, así como los frutales en la extracción de jugos, tal es el caso de la naranja agria (*Citrus aurantium*), del cual pocas industrias la utilizan en la elaboración de jugos y elaboración de mermeladas, así como son utilizados para condimentos en comidas típicas.

El manto que protege la parte exterior de los cítricos es desechado, es decir el subproducto del fruto no es utilizado como es debido ya que pueden presentar muchas propiedades que contienen en su cáscara y pueden ser empleados de manera eficiente para darle un valor agregado, es decir existe un gran interés en el sector agrícola ya que por medio de técnicas de extracción se puede obtener un aceite esencial capaz de controlar insectos-plaga además de controlar microorganismos presentes en diferentes alimentos.

Hoy en día hay diversas técnicas para obtener aceite esencial, la más común y eficiente la conocemos como técnica por procedimiento de separación de arrastre de vapor por lo que diversos parámetros fisicoquímicos son preservados mediante esta técnica.

Los AE son los responsables de la esencia de las plantas, ya que existe una concentración de activos naturales presente en el fruto, del cual pueden ser usados para múltiples beneficios que pueden ser utilizados de diferente manera si las industrias concientizarán del uso inteligente y racional de los desechos de esta fruta para aprovechar los residuos y aplicarlos benéficamente en otros sectores industriales.

Dadas a las condiciones y características que existen en esta especie de naranja agria, y el residuo por los desechos que no son utilizados se estima efectuar para lograr una investigación es adquirir un subproducto, los AE, a través del método de purificación por arrastre de vapor: valorando su proporción por utilidad en calidad de retardar o prevenir la oxidación del residuo en proceso dándole una utilidad optima, además de su posible aplicación agrícola contra insectos-plaga que nos permita conseguir AE de buena eficacia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Conociendo la problemática por el aumento de residuos orgánicos por los desechos de las cáscaras de naranja agria, que diversas industrias solo usan para la realización de jugos naturales, ya que existe una gran cantidad significativa de los desechos no son aprovechados de manera eficiente, se plantea obtener AE a partir de las cáscaras de naranja agria. Estos aceites se caracterizaron mediante pruebas físico-químicas para evaluar su calidad y rendimiento. Posteriormente, se evaluó su efecto como controladores de bacterias y de plagas en cultivos, para poder proponer su uso en la industria alimentaria. De igual forma, se minimiza el impacto ambiental, al procesar residuos que se descomponen y generan efectos nocivos al medio ambiente.

CAPITULO I. ANTECEDENTES.

1.1. Clasificación de aceites esenciales.

Las cáscaras de la naranja agria son residuos motivo por el cual no se utilizan correctamente todos esos desperdicios. Sería adecuado dar un valor agregado y generar múltiples productos, es el caso del sector industrial que con diferentes técnicas han logrado darle uso inteligente y racional, ya que generan diferentes productos utilizados como medicina y cosméticos, para tratar enfermedades así para tratamientos los faciales. Estos productos son elaborados por medio de extracción que permiten que otros sectores emplean estas técnicas para usar de manera natural estos productos.

La naranja agria contiene actividad antioxidante y antimicrobiana. En su estructura y composición α -tocoferol y D-limoneno; permitiendo un mecanismo detallado y claro, a través de acción por diversos componentes presentes en el aceite esencial.

El limoneno, es el componente que se encuentra de forma mayoritaria, por lo que este aceite esencial de naranja, puede ser usado en diferentes sectores, industrial, farmacéutica y alimentario, por lo que se utiliza como aditivo en esencias. Cabe mencionar que hay un gran interés en el sector agropecuario como insecticida ya que por los componentes y estructura no es nocivo para la salud en personas y animales domésticos, ni dañino para el medio ambiente. El uso de estos como fuente de polifenoles y antioxidantes logra poseer enorme potencial en la economía por productos alimenticios.

Un trabajo realizado por Alberto Oscar Bertoni en 2013, valoró treinta AE de diversas plantas y frutos siendo su intención por buscar, la eficiencia de compuestos presentes en aceites esenciales hacia moscas domésticas, *Musca domestica*, estableciendo un porcentaje eficaz de controlar el 50% de insectos (DL50), en lapso de treinta minutos, inicia con su efectividad predominando superioridad insecticida emplazando su vigilancia en AE.

En el 2012 se elaboró una investigación evaluando al AE de naranja dulce (*Citrus sinensis*), contra la mosca doméstica. (díptera: muscidae), asegurando un estudio al nivel de eficiencia a la sustancia por toxicidad, por lo que de inmediato empezó el efecto al cuerpo del insecto utilizando el extracto de cítricos, donde en toxicología se llama: dosis letal media DL50 de aceite esencial en larvas de mosca doméstica, logrando variar de dosificación de 3.93 y 0.71 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en otras etapas con diferentes métodos de operación. Aseverando la eficiencia del AE de naranja dulce, manifestando significancia en larvas y pupas contra mosca doméstica, conforme se observa por tendencia enfocado para su aplicación en forma ecológicamente sin causar alteraciones al medio ambiente como a los seres vivos provocando disminución sobre plagas en especial la mosca doméstica. (Kumar, et al. 2012).

ACEITES ESENCIALES.

Actualmente hay tres distintas clases de tipos de aceites esenciales. Se clasifican de acuerdo con firmeza y peculiaridades físicas. En este apartado comprende 3 tipos: propiedades fluidas, bálsamos y oleorresinas. La propiedad fluida presenta volatilidad en temperatura ambiente. Los bálsamos tienen aspecto espesos, escasos volátiles propensos a tolerar cambios en polimerización. Oleorresinas liquido viscoso o sustancia semisólida que con esencia fuerte que posee la planta..

El origen es otra de sus clasificaciones de los aceites esenciales. El cual son naturales, sintéticos y artificiales. El natural es aquel que se consigue directo de la planta sin haber sentido una sola alteración física y química. La acción terapéutica se presentan en aceites esenciales se debe cuando interactúan varios mecanismos de métodos del mecanismo de la planta.

El aceite esencial de origen artificial es obtenido a por a través de beneficio del mismo atributo por mucho de sus mecanismos. La clasificación artificial de aceites esenciales es complicada de acuerdo a su estructura del mismo. Ejemplo: a través de aromas de rosa, geranio y jazmín, que contienen linalol, y de anís fortalecida de anetol.

Los productos sintéticos es la composición de compuestos del cual a habido precedentes de composición de unión química. Estos aceites esenciales tienen la primacía por poseer bajo precio, ya que los compuestos del aceite esencial se tiene diferentes mecanismos que un aceite esencial originario que de acuerdo conserva la mayoría de sus propiedades benéficas. Ejemplo: esencias de vainilla, fresa, limón, almendra, etc. Cabe mencionar que también se clasifican los aceites esenciales en base a estructura química, por la mayoría de las sustancias del que está compuesta. citaremos algunos, aceites esenciales de acuerdo a su estructura por tener la máxima cantidad de monoterpenos se nombra: monoterpenoides, ejemplo: aceites de hierbabuena, albahaca, salvia. De igual manera existen aceites sesquiterpenoides combinado por sesquiterpenos. Por ejemplo: aceite de copaiba, pino, junípero, etc. O los fenilpropanoides compuestos principalmente por fenilpropanos. Por ejemplo: aceite de clavo, canela, anís, etc.

MÉTODO DE EXTRACCIÓN.

Existen diversos métodos para extraer AE por de tal modo que mencionamos algunos: prensado, destilación por arrastre de vapor, técnicas de extracción por solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos.

Métodos de prensado, el componente primario se aprieta o se ejerce presión logrando aceite esencial que se va guardar y almacenar para posteriormente utilizarlo, cabe indicar que contiene un aroma característico a la naranja.

Por medio de técnicas en procedimientos volátiles, nuestro ejemplar seco y molido poniéndose en conjunto con solventes como alcohol o cloroformo. Dichos mecanismos son solubles en aceites esenciales, también extraen compuestos como grasas y ceras, logrando la obtención de esencia. Poseen solutos capaces de disolver otras moléculas ya que obtienen propiedades combinadas por diversas composiciones, en particular de materia homogénea y definida.

Otra metodología es el enflorado o enfleurage, es una técnica que maneja grasas inodoras estando solidas a temperatura ambiente que capturan los componentes aromáticos de plántulas (materia prima) que coloca en seguimiento con grasa. La propiedad es soluble en grasa que procede a manera fuente para realizar la extracción. Desde el inicio conseguimos que se mezclen o combinen grasas con el aceite esencial por tal motivo es adaptada por otras técnicas existentes para la realización de técnicas físico-químicos. Prácticamente se añade alcohol continuamente a la composición, que posteriormente se enfriará logrando retirar grasa (insoluble) y el extracto aromatizado (dominante). Este método se logra obteniendo las esencias, pero en menor rendimiento, así como la dificultad técnica de separación del aceite esencial por lo que la utilización de esta técnica la hace muy cara.

En la extracción por fluidos supercríticos se utilizan sustancias en estado líquido o gaseoso por mencionar un fluido supercrítico (FSC), siendo más moderno ya que el material vegetal está cercenado en pedazos, diluido y empacado por un aparato de acero resistente que transita por medio de un ejemplar con fluido en etapa supercrítico (por ejemplo, CO₂). Las propiedades siendo solubles a la vez arrasadas mientras interviene de manera que el solvente extractor, es eliminado por reducción de la presión sucesiva para obtener condiciones atmosféricas deseables. En conclusión, se logra una esencia de mayor cuantía en calidad dependiendo de los ambientes de poder realizar la extracción. Esta técnica tiene muchas ventajas: valioso beneficio, así como alta calidad en pureza, facilidad en eliminar el solvente (que asimismo puede reciclarse), sin alterar los componentes químicos del aroma sin ser afectados por mínimas temperaturas que se utilizan para poder lograr su extracción. Sin embargo, el aparato que se requiere es caro, por lo que los equipos a utilizar contiene máxima presión y procedimientos para extraer además de ser resistentes a presiones altas.

Purificación por arrastre con vapor, por lo general es llama destilación por arrastre de vapor. Al utilizar fluido saturado, el material vegetal están en relación en conjunto con el elemento que genera vapor, al cual se le nombra “hidrodestilación” Al utilizar vapor saturado, el material no se conjuga para el elemento generador, eventualmente descenso del condensador que se forma en la parte exterior de la destilación por el cual toma el agua como un componente de extracción, al cual se llamó “hidroextracción”

La definición hidrodestilación, es el procedimiento para obtener AE de un vegetal con esencia característico por medio de utilizar vapor impregnado en presión. La producción en fluido no representa fragmento del depósito en el cual se acumula el material vegetal, es externa y proporciona flujo continuo. La presión existente preferentemente a condiciones ambientales, no obstante, el fluido contiene corriente, que realiza la extracción de AE presentes y dadas las condiciones ambientales optimas. Es el método más utilizado.

PROPIEDADES.

Son muchos los beneficios de los AE siendo favorables para los seres humanos, así como de preservar el ambiente por lo que a nivel mundial son muy preciados por ser de origen vegetal.

Existen numerosas técnicas de separación de AE dependiendo del lugar o región donde realizar la recolecto de sus componentes, así como de su estructura y a las propiedades que contienen lo que provoca que sean de primer nivel. En este apartado se abordan diversos componentes que poseen los AE.

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA.

Por lo general los AE poseen acción antimicrobiana y se debe a sus propiedades eficientes que se atribuyen al componente isoprenos, primordialmente monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes y otros hidrocarburos. La actividad antimicrobiana de estos compuestos es por los tipos lipofílicos de hidrocarburos. Por lo general el mayor compuesto del aceite esencial es el que provoca que presente actividad antimicrobiana teniendo en cuenta que análisis anteriores demuestran en algunas ocasiones por los compuestos

reflejados en los aceites esenciales provocan que tengan mayor actividad antimicrobiana mientras que el principal y mas importante componente provoca que el mismo afecto. Por el contrario, los compuestos minoritarios tienen factores críticos a actividad determinada del aceite. Se menciona y se ha demostrado que diferentes actividades y de acuerdo a compuestos combinados es menor que la actividad individual. Existe una enorme enumeración de conjuntos que constituyen a los aceites esenciales y es frecuente no atribuir la acción antimicrobiana equivalente a un solo componente.

ACCIÓN ANTIVIRAL.

Productos nativos son proveedores agentes antivirales. Algunos aceites esenciales que conocemos, en su caso, el eucalipto presentan un nivel alto esta actividad antiviral contra herpes simple tipo uno (HSV-1) y herpes simple tipo 2 (HSV-2). El aceite esencial de Santolina insularis posee resultado directo entre ambos virus de herpes el cual inhibe las células a células por transmisión entre ambos tipos de herpes. Cabe mencionar que esta propiedad no ha sido atribuida a algunos de los componentes de aceites esenciales por la compleja estructura del mismo.

ACCIÓN ANTIOXIDANTE.

Los componentes en que se ha visto seguro el nivel de seguridad y eficiencia en tratamientos de terapia en los géneros que provocan una reacción química que provocan en individuos diferentes padecimientos. El peróxido de hidrógeno, de mayor importancia en géneros reactivos de oxígeno provoca la peroxidación de los lípidos y un perjuicio en el ADN. El análisis de la acción antioxidante en los AE se convirtió muy interesante por las industrias por que motiva a tener una buena la salud, así como a preservar los alimentos. La acción antioxidante de los AE se basa en los fenoles que se presentan en la estructura. La mayoría de los fenoles funcionan como antioxidantes debido a la peroxidación de los lípidos porque atrapan la cadena transportadora de los radicales de lípidos piróxilos.

En cuanto a la actividad antioxidante es porque los compuestos orgánicos (alcoholes), se encuentran por distribución. La mayoría de los alcoholes logran trabajar tales antioxidantes por degradación oxidativa de lípidos capturan electrones en serie para transportar radicales libres de lípidos en membranas celulares.

ACCIÓN ANALGÉSICA.

Algunas ocasiones los AE contienen propiedades analgésicas, por ejemplo: el mentol terpeno constante encontrándose mayormente en desechos de los cítricos (cascaras), también en flores por lo que su componente tiene presencia en diversos AE demostrando que muestra acción analgésica. El mentol provoca hormigueo y es fresco a la vez, inhibe la corriente de Ca^{+2} de membranas neuronales. Demostrando las propiedades del mentol antitusiva. Hay otra propiedad que está en los aceites esenciales que ha sido expuesto de gran actividad analgésica la lavándula híbrida siendo su aplicación por vía inhaladora. Los principales componentes del aceite esencial de lavanda son: linalol, acetato de linalyl y 1,8 cineole antiulcerosa permitiendo alivio del dolor. Siendo la misma forma y varios componentes de diferentes variedades de aceites esenciales han mostrado ser buenos analgésicos para enfermedades y dolores en las personas.

ACTIVIDAD DIGESTIVA.

Esta actividad es importante y uno de las principales aplicaciones de estas plantas aromáticas es en medicina, para prevenir o controlar problemas con el aparato digestivo. Se comprobó que forman parte de las propiedades que contienen las plantas con los AE. Varios reportaron que propiedades que tienen los AE, es la de agilizar el aparato gástrico para que el alimento fluya bien hasta el tubo digestivo. Algunos pueden intervenir en la función gastrointestinal a través de la activación del nervio vago y la secreción gástrica. La utilización de este tipo de plantas con esencia en extractos o tés, donde tienen una acción inmediata en el sitio de operación. Es la manera de actividad de los AE pueden inhibir la movilidad gástrica liberándolo protegiéndolo de una función hepática.

ACTIVIDAD ANTI-CARCINÓGENA

La formación de carnosidades es una causa de variados caminos al comenzar la evolución de celulosa, luego da paso a la híper-proliferación concluye adquiriendo un invasor viable. Los ascendentes elementos capaces en formación de protuberancias que se presentan en individuos por mencionar algunos de ellos como: uso excesivo de cigarros, elementos que producen emisiones de industrias, gases con material inflamable, etc. Componentes como los terpenos no alimenticios sobre los hábitos nutritivos de la persona, han sido encontrados como inhibidores de la formación de tumores de cáncer. Por ejemplo, el limoneno es el componente principal de los aceites esenciales de los cítricos (limón, naranja, etc.) ha expuesto efectos quimiopreventivos y terapéuticos contra la formación de tumores mamarios en ratas y metástasis en cáncer gástrico de personas.

ACTIVIDAD INSECTICIDA.

El controlar a los insectos cada día es un poco más complicado de acuerdo a su crecimiento por cepas que muestran resistencia a fumigaciones por el uso indiscriminado de estos productos. En casos de productos que contienen una acción de repelencia son utilizados para disminuir el uso excesivo de insecticidas químicos, por algunos que se producen de manera natural y/o orgánico hacia procurar cuidar a los seres vivos, también a los ecosistemas y al medio ambiente.

Los análisis de actividad insecticida de cítricos de manera que es una alternativa al concepto de utilización para salvaguardar el medio ambiente, por los buenos resultados de eficacia y rendimiento en el consumo humano y a la salud pública.

Con la nootkatona, es una alternativa en repelencia como: insectos, parásitos, liendres y diversas plagas presentes en hortalizas. Los principales beneficios al utilizar el producto muestra una buena actividad al controlar plagas que están presentes en diversos cultivos, desaparece rápidamente sin dañar los ecosistemas que también nootkatona actúa diferente que los insecticidas químicos sin provocar resistencia a insectos.

USOS Y APLICACIONES.

El AE son conocidos desde tiempos atrás y se han utilizado, principalmente para la medicina. Sus bienes tienen mayor acción para tratamientos terapéuticos ya que son de origen vegetal de tal forma que son utilizados en el sector farmacéutico. Tienen gran demanda en el sector fabricando maquillajes elaborando fragancias y esencias. Mientras que el sector alimentario es usado para dar sabor, pastas (condimentos), licor, dulces, golosinas, cosméticos, etc.

Los cítricos son frutas de tal importancia a nivel mundial, ya que se estima 115 millones de toneladas al año. Los cítricos simbolizan cerca del 98% de plantares de industrialización. Los cítricos se emplean principalmente en manufacturas alimenticias entre néctares refrescos o aguas de frutos cítricos. También, estos frutos, así como extractos es significativo en componentes ya que poseen acción con actividad biológica conteniendo antioxidantes por mencionar vitamina C, metabolitos secundarios y componentes orgánicos por su estructura contienen al menos un grupo fenol siendo necesarios en alimentación de las personas.

No obstante, los frutos son usados especialmente en concentrados y néctares, teniendo importe monetario de gran importancia en sus propiedades de AE gracias a que posee componentes peculiares en su esencia. Ya que su rendimiento en néctares cítricos es mínimo a medio de lo que pesa la fruta, produciendo demasiadas cantidades de residuos y desechos al año. Existe gran interés en el valor agregado de cítricos, especialmente en su AE, que es una fuente de antioxidantes y antimicrobianos naturales.

Los cítricos crean importantes y cuantiosos residuos, así como subproductos de cáscaras, semillas y pulpas que figuran 50% de fruta en proceso cruda. Los subproductos son considerados principio de un valor agregado por componentes eficaces, como flavonoides, fibras dietéticas y aceites esenciales.

Diversos análisis señalan que los componentes antioxidantes y antibacteriana en AE de cítricos, comunicaron que hay trato entre los componentes químicos de AE con estas propiedades. No obstante, el uso principal de *Citrus sinensis* radica en la degustación de néctares, diversos científicos revelan la posibilidad de detonar el AE de naranja agria de modo que tenga un efecto inhibidor eficiente de hongos biodegradables y contaminantes de la acumulación en diversas labores en agricultura.

1.2. GENERALIDADES DE LA NARANJA.

Los cítricos por lo general son frutos de color naranja de acuerdo a su clasificación botánica (*Citrus aurantium*). Corresponde la raza de rutáceas, del género citrus. Originario del continente oriental al sur de China, Birmania y Vietnam. Se le conoció por la unión Europea durante la época XV, por algunos que viajaban y transportaban sus mercancías de continente a continente, prolongándose por el mediterráneo a otras partes del mundo conservando su temperatura cálido, subcálido.

Miden alrededor de 7 a 10 metros de altura, sus hojas resplandecen a partir de su base, con algunos espinos que están presentes en sus tallos. Su flor es blanquecina, bisexual y auto fértil en algunas especies. Su fruto puede variar de acuerdo a algunas especies de 6 a 10 cm siendo esférica. La parte exterior lisa o arrugada el tono varía de acuerdo al lugar o región, así como a las condiciones climáticas del lugar o región. La temperatura adecuada es 13°C a 39°C. Los cítricos contribuyen una gran cantidad transcendental de ácido cítrico que concede esencia ácida muy característica de los cítricos.

1.3. CULTIVO DE CHILE HABANERO.

Varios análisis han determinado la originalidad de la especie *Capsicum* a una extensión grande que se encuentra en Brasil hasta Bolivia, colindando con Paraguay y al noreste con Buenos aires. En este territorio se puede visualizar una gran extensión de especímenes naturales en todo el mundo. Laborde reveló a partir de 1982, posiblemente el *capsicum chinense* se pensaba es nativo Latino América, en qué llegó a Cuba, sin embargo en Cuba no se cultiva ni se aprovecha. Se piensa que fue traído a la Península de Yucatán.

El capsicum chinense está disponible en todo el territorio de la Península de Yucatán, en el cual se encuentra de distintos, tamaños y colores del producto. Es de mayor demanda financiera por trabajadores de hortalizas en la península: ocupando el lugar dos , después del jitomate, por lo que ocupa una zona de gran cantidad cultivada. La mayoría de área cultivada está en la zona norte del estado de Mérida, por lo que garantiza con 90% de producción elevando el mayor rendimiento en productividad en el Estado, de manera que se distribuye consumiéndose naturalmente.

El habanero es valioso y de mucha categoría mercantil en la Península de Yucatán, del cual sufre diversas afectaciones por múltiples componentes climáticos así, como la presencia de plagas y enfermedades que afectan la calidad en la productividad. El sureste mexicano posee una máxima variedad en picantes de tipo nativo de la región (México), por el cual habanero siendo de mayor importancia, ya que es de gran interés para los mercados locales, nacionales e internacionales.

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es un producto de mayor importancia mercantil y dentro de la sociedad sobre todo para el sureste mexicano así como diversos lugares del territorio como: Villahermosa y Jalapa. El producto fresco de habanero sobresale dentro de valiosos aportes de ingredientes vitamínicos A, C así como calcio. De acuerdo a la variedad contiene varias propiedades como: la capsaicina, estimulantes que le dan el aroma característico al picante y de pigmentos carotenoides. El habanero proporciona una importante aportación en la nutrición por lo que suministra vitaminas y minerales.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del chile habanero.

Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledoneas

Orden	Simpetala
Suborden	Tubifloral
Familia	Solanacea
Genero	Capsicum
Especie	Chinense

Fuente: USDA. 2010

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO.

El *capsicum chinense* por lo general su período anual, generalmente alcanza inclusive los doce meses de existencia, de apariencia que varía los 0.5 m (en algunas variedades de plántula a campo abierto) a 2 m. La mayoría de híbridos que se cultivan bajo invernaderos, ya sea del manejo o cuidado en las labores culturales sean las adecuadas. (Soria et al., 2002).

Su tallo: grueso, derecho, liso, vigoroso y particularmente propenso a dividirse iniciando las ramificaciones esto pasa durante, al décimo y doceava hoja, posteriormente prolongar su

ramificación, con desarrollo semi-indeterminado; inmediatamente de la primera trifurcación algunas rara vez alcanzan mismo desarrollo. (Soria et al., 2002).

Hojas: simples, sencillas, alternas y de forma puntiaguda, de volumen versátil al igual su tonalidad, puede variar de diversos color verde eso va depender de la variedad, De acuerdo a la nutrición y al manejo que se le pueda dar sus hojas alcanzan un tamaño a 15 cm de ancho y longitud.

Frutos: es una baya, semicartilaginosa de tono colorado al momento que presenta su etapa de maduración, de tonalidad verdosa en su etapa inmaduro. De diferentes tamaños y formas de aproximadamente 2 a 6 cm largo y 2 a 4 cm de ancho, en épocas logran obtener hasta 500 gramos.

Rendimiento.

El área del cultivo en el sureste mexicano se aproxima a 400 ha variado sus rendimientos a 8 y 12 t ha, en superficies rocosas en el norte del estado, y de 10 a 15 t ha en tierras mecanizadas en el sur. Cabe mencionar; que las plántulas de chile habanero son severamente afectadas por condiciones climatológicas así como por diversos factores que ocasionan una baja eficacia productora. Por mencionar una importante, el desplome de la mayoría de sus flores causando perturbaciones fisiológicas debido a altas temperaturas, durante los períodos abril a septiembre, cabe mencionar que el producto de chile habanero también, es atacada por plagas y enfermedades. (INEGI, 2002).

El costo del pimiento dentro del mercado nacional varia del lugar o región en donde se comercializa: en Durango y Nayarit está arriba de 90 pesos. En EE.UU. el precio también varia: en abril 2010 su costo es de 14 dólares (182 pesos) por kg. Por los datos obtenidos la producción de habanero es redituable, por lo tanto es necesario implementar e innovar en técnicas sofisticadas para aumentar la producción y calidad en el rendimiento de productividad, así como de buscar más vías de exportación.

Cuadro 2. Producción nacional de chile habanero.

Ciudad	Área sembrada	Toneladas	Densidad (t ha)	Precio de producto

Mérida	708.43	3295.17	5.033	
San francisco	143.00	1,101.00	7.699	13,611.00
Campeche				
Villahermosa	57.18	358.2	7.068	2,355.800
Chetumal	36.48	376.85	10.9	2,750.330
Jalapa	7	43.95	6.279	351.600
Tuxtla Gutiérrez	3	45000	15.00	200.000
Total	964.59	5,300.17	5.88	54,706,560

Fuente: SAGARPA, 2005

PLAGA QUE AFECTAN AL *Capsicum chinense*.

La mosquita blanca es un vector tremendamente relevante con aparición en todo el mundo causando perdidas en diversos cultivos como: la calabaza, lechuga, lechuga, frijol, sandia, melón, pimiento, chiles, tomates, etc. En los últimos años, los problemas y daños causados por esta plaga se ha ido agudizando debido a la gravedad de sus ataques y dificultades en su control, principalmente en los cultivos de algodón, melón, tomate y chile, por lo que estos ataques relacionados con las mosca blanca son agresivos, por el biotipo B al ser las más común y abundante.

Las moscas blancas depositan los huevos al reverso en hojas tiernas. Estos poseen un color amarillo en forma de una pera y se pueden observar con ayuda de una lupa mientras que las ninfas en etapa 1 son movedizas y capaces de caminar distancias cortas, entonces las ninfas se asientan en la hoja para el desarrollo; durante el segundo al cuarto estadio posee una cualidad de estar aplanadas después de compactarse sin alimentarse.

Durante su ciclo de huevo a adulto es de aproximadamente 20 días en el cual presenta alta fecundidad con hembras que ovipositan de 100 a 300 huevecillos, dependiendo del biotipo, la planta hospedera, así como a los factores climáticos, temperatura y humedad relativa.

Daños.

El daño directo por mosca blanca es ocasionado por succión e inyección de savia de toxinas por las ninfas, y los adultos cuando se alimentan provocando daños en el desarrollo vegetativo y reproductiva de la planta ocasionando anomalías como la maduración irregular de frutos en chile y las altas densidades de población produciendo la muerte de la planta.

La sustancia azucarada excretada por los insectos induce el crecimiento de hongo llamado fumagina en ramas y hojas, lo que perjudica el proceso de la fotosíntesis y la calidad de los frutos. Sin embargo, el daño más grave causado por el insecto se debe a que es vector de virus con sintomatología variado.

Cabe señalar que hay alrededor de 90 enfermedades virales que se transmiten por mosca blanca.

Control.

El gran potencial reproductivo de la mosca blanca y su capacidad de transmitir el virus que provoca las enfermedades en la mayoría de las plantas cultivadas a causa del excesivo uso de químicos mal empleados a conducido a que las plagas son de carácter dificultosas en erradicar además crean resistencia en el insecto.

El control químico: es un importante instrumento que se utiliza al erradicar la plaga. El uso continuo de insecticidas con el mismo uso de acción ha provocado fallas de control posible mente debido s resistencia. De esta forma el correcto uso de estos productos, rotando los insecticidas con diferentes modos de acción es de importancia fundamental para prevenir o retrasar la evolución de la resistencia desde la mosca blanca hasta los insecticidas recomendados para su control.

TÉCNICAS SELECTIVAS DE MOSCA BLANCA.

El inspección de mosquita blanca *Bemisia tabaci* especialmente se basa en la utilización de fumigaciones de mayor concentración toxica, perturbando la flora y la fauna así, como al bienestar humana, minimizando considerablemente los insectos que favorecen al control natural, provocando una gran firmeza a la plaga. Hoy en día hay varias opciones para controlar de manera natural tal por ejemplo: los desperdicios aprovecharlos al máximo así podemos otorgarle un importe agregado a los subproductos; cabe mencionar: las cáscaras de naranja agria (*Citrus aurantium*), que solo son usadas para preparar jugos y condimentos de platillos tradicionales y/o regionales. Hay gran interés y demanda en el sector agrícola

para el empleo de extracciones de aceites esenciales a base de cítricos que se puedan emplear de manera natural como biorepelentes en la erradicación o repelencia en plagas.

Los Biorepelentes de origen vegetal han generado gran interés al ser una opción para reducir el empleo de plaguicidas sintéticos para erradicar plagas. Ya que resultan ser amigables con los ecosistemas y al entorno ambiental, además de viables en la economía de los productores en el ámbito local, nacional e internacional en vía de crecimiento puesto que existe un nivel social adecuado a cada cultura y tradición, a la utilización de especies de plántulas nativas de cada región para erradicar plagas y en su caso enfermedades que se presentan en las plántulas. (Ruiz y Aquino, 1996).

INSPECCIÓN ORGÁNICA.

En el adecuado manejo en la erradicación en mosquita blanca existen diversas técnicas así como el empleo de cuerpos significativos y el empleo en la importancia de realizar prácticas de laboratorio así como la inspección en huertos ecológicos. Por ejemplo mencionamos bacterias tal es el caso de *Encarsia* sp, y *Eretmocerus californicus*, depredadores como *Crysopa* spp y entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Lecanicilium lecanii* o *Paecilomyces fumosus*.

Se ha empleado la avispa *Encarsia formosa* en los años 20 y 30 pero las luchas universales se emplearon la utilización de insecticidas sintéticos, hicieron de esta práctica quedara obsoleta haciéndola que quedara en segundo término. El micro himenóptero se viene utilizando con gran interés desde el inicio de 1972, especialmente con jitomate. Actualmente existen laboratorios altamente calificados en fabricación técnicamente para el uso tecnificado en la utilización de este parásito especialmente en el continente europeo, Canadá y EE.UU.

El empleo de bioplaguicidas es eficiente en erradicar insectos en la agricultura, que no representan algún daño a los ecosistemas o que ocasione perjuicios al medio ambiente. El análisis del progreso al aplicarlo en huertos aminoran los contaminantes en el ambiente causados por residuos al utilizar plaguicidas sintéticos, debido al entorno orgánico originan perfeccionamiento sostenible en agricultura.

Con modernos métodos los bio-plaguicidas favorecen a tecnificación también a innovar la agricultura sostenible capaz de dominar progresivamente la excesivas cantidades de plaguicidas sintéticos que son utilizados en la agricultura, en condiciones ambientales

limpios de contaminación, los plaguicidas es una alternativa ideal con sus equivalentes químicos cotidianos.

Los plaguicidas orgánicos son obtenidos de algunos fragmentos o remedios eficientes de plántulas. Tiempos atrás con aplicar de algunos tipos de producción en plántulas beneficiosas de origen medicinal llaman considerablemente el interés de manera eficiente y segura a sustituir y reemplazar a los pesticidas sintéticos.

El material vegetal es eficiente, a menor precio, también posee la cualidad de ser de que con el tiempo es biodegradado, de manera que es seguro siendo similar a los sintéticos, por el cual contiene un valor alto que preservan el entorno ambiental a su vez perjudicial hacia cuerpos blancos, incluso para personas propensas a con padecimientos que a veces con un diagnóstico no pueden ser reconocidas posteriormente de una provisión.

Ruda (*Ruta chalepensis* L.)

Esta plántula es usada en la erradicación y alejamiento para *Culex* sp., *Leptophobia* aripa, *Xanthomonas campestris*, antracnosis, escarabajos y moscas negras. La plántula posee actividad benéfica porque baja mucho ´por incidencia en propagación por mosca blanca en huertos, su olor característico las ahuyenta.

FLOR DE MUERTO, TAGETES (*TAGETES PATULA* L.)

Es una plántula es muy buena usada en erradicar plagas tales como: mosquita blanca, sabandijas, palomilla, gusanos (tronzadores, cogolleros y pulgones). Sirve además en eliminar hongos y nematodos.

AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.).

Este cultivo se conoce y se ha empleado en la erradicación en insectos; tipos de insectos tales: algunos pulgones, coleópteros, gusanos cogolleros, mosca blanca. Igualmente previene enfermedades que producen hongos, por ejemplo: *alternaria tenuis*, *aspergillus niger*, *diplodia maydis*, *fusarium oxysporum*, *helminthosporium* sp, *tribolium castaneum*,

ALBAHACA (*OCIMUM BASILICUM*).

Arbusto con un olor característico que se da anualmente que solo se da en regiones con abundante humedad como en el continente africano en el sureste oriental cultivándose desde años atrás por antepasados. Posee efectividad repelente, insecticida y acaricida.

Atacando al conjunto de seres vivos animal o vegetal de tal manera que es muy efectiva ahuyentando insectos.

HIERBABUENA (*MENTHA CITRATA*).

De variedad híbrido procedente del continente europeo debido a su característica esencia a cítrico de modo que la utilizan para la obtención de té que contiene cualidades gástricas, tranquilizantes, antifebriles, sedantes y asépticas, por la presencia de metabolitos secundarios: linalol, piperitona, limoneno y pulegona. Los AE se emplean para preparar servicios de diversa aplicabilidad en los sectores industriales como: maquillajes, elaboración de fragancias, saborizantes y esencias, postres, refrescos, jaleas y aderezos. En algunas ocasiones suele resultar tóxica de modo que hay que tener cuidado en el manejo para no tener complicaciones. Su crecimiento es rápido a su vez se almacena en los patios de las casas ya que atrae a las abejas y sirve para repeler insectos, así como enfermedades (Salazar Villarreal, 2010).

JUSTIFICACIÓN.

Los AE, tienen gran importancia así como el gran auge en la demanda por sus propiedades benéficas y a la creciente demanda de productos naturales, que a la vez son interesantes para muchas empresas e industrias, en específico la farmacéutica, alimenticia y de cosméticos, así como a la infinidad de usos y aplicaciones que tiene llama la atención de productos elaborados de manera natural, y amigable con el medio ambiente enfocado al entorno del sector industrial como elaboradores en AE, son considerados a formar parte de cuidar el ambiente y utilizar un subproducto ecológico y eficiente para diversas aplicaciones sin poner en riesgo la salud. (Moreno 2015).

La producción de consumo alimentaria demanda gran interés del aprovechamiento de los residuos y desechos de cáscaras de naranja. Los sectores agroindustriales tiene un alto potencial para aprovecharlos en diferentes métodos de elaboración de nuevos productos, a partir del valor agregado a productos ya existentes, rescatar o recuperar ambientes alteradas (Vargas Corredor, 2017). El proceso de los subproductos tiene una fuerte demanda para el desarrollo de frutas industriales, que producen toneladas de materia prima como desecho, por ejemplo: cáscaras, semillas, fibras y hojas, debido al tratamiento adecuado de desechos ocasiona costos que largo plazo representan una medida necesaria que a menudo se deducen a un mal manejo de operaciones por las empresas.

El motivo de este trabajo de investigación esta relacionado con las operaciones de rendimiento de naranja agria (*Citrus aurantium*), a la poca industrialización que existe en México, ya que la fruta solo se utiliza para realizar refrescos naturales y condimentos para comidas tradicionales y regionales, ya que la cáscara se desecha sin saber o conocer que contiene nutrientes y propiedades que se pueden utilizar de manera ecológica y natural en diferentes sectores por ejemplo: cosméticos, farmacéutica e industrial, y con un gran auge y en el sector agrícola ya que el uso excesivo de químicos crean resistencias en plagas además de contaminar el medio ambiente. Existen mucho interés en la utilización para control-plaga de manera eficiente y ecológicamente cuidando el ambiente así como a los seres vivos.

Se eligió trabajar con aceites esenciales con la finalidad de cuidar los ecosistemas que contienen las propiedades de acción y efecto insecticida contra el control plagas y enfermedades de importancia económica que afectan provocan un impacto positivo a los sistemas de producción, ya que si no se tratan a tiempo nos llevan a la pérdida total o baja producción. La utilización de agroquímicos en exceso provoca resistencia al insecto plaga siendo perjudicial en salud al igual provocando daños al entorno natural.

Este trabajo de investigación está basado en los aceites esenciales de naranja agria, sea alternativa agroecológicamente aprovechada por diferentes métodos de obtención y conservar el medio ambiente. La primacía es desarrollar que existen otras especies de plantas que contienen sustancias benéficas para extraer aceite esencial para controlar de forma natural y ecológica diversas plagas y enfermedades, y que no tenga ningún efecto secundario a la salud de los seres humanos y aplicados a diferentes sistemas de producción sin afectar ambiente.

HIPÓTESIS.

Nula: Los residuos de cítricos de *Citrus aurantium* presentan aceites esenciales que puedan ser extraídos por medio del método de purificación por arrastre de vapor para el control de plagas en cultivos de interés comercial.

Alternativa: Los residuos de cítricos de *Citrus aurantium* no presentan aceites esenciales que puedan ser extraídos por medio del método de purificación por arrastre de vapor para el control de plagas en cultivos de interés comercial.

OBJETIVOS.

Objetivo general:

Obtener aceite esencial de naranja agria por medio de purificación por arrastre de vapor para evirificar su eficiencia como controlador de plagas en cultivos.

Objetivos específicos:

- Extraer los aceites esenciales de la naranja agria (cáscaras), empleando la purificación por arrastre de vapor.

- Evaluar fisicoquímicamente el AE obtenido mediante pH, densidad, acidez, índice de refracción, actividad antioxidante.
- Evaluar la actividad antibacteriana contra enterobacterias patógenas.
- Determinar y evaluar su posible uso agrícola como insecticida o biorepelente en cultivos.

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.

Estrategia experimental.

Se usó la extracción por arrastre de vapor para la obtención de los aceites esenciales. Posteriormente, estos fueron caracterizados de dos formas: fisicoquímicos y bioactiva.

Para la caracterización fisicoquímica se llevaron a cabo análisis como lo son el rendimiento, el pH, la densidad y los índices de acidez y de refracción.

Para la caracterización bioactiva se midieron las actividades antioxidante, antimicrobiana y biorepelente.

Lugar de extracción.

La presente investigación se realizó en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche (ITESCAM). Durante los meses que comprenden el semestre enero-junio de 2022.

Materia prima.

Se recolectó 1 kg de cáscaras de naranja agria, previamente cortadas y lavadas después de haber sido utilizadas de extraer el jugo para la elaboración de refrescos naturales y comidas típicas de la regionales de Hecelchakán, Campeche.

Recolección del material vegetal.

El material recolectado se llevaron a los laboratorios de nuestro instituto (ITESCAM), donde se extrajo el aceite esencial por medio del método de destilación por arrastre de vapor.

Se efectuó el lavado de cáscaras eliminando todo tipo de suciedad ya que por lo general se encontraban al aire libre ya que dicho material vegetal ya se había utilizado como salsas y el uso de condimentos para la preparación de un platillo tradicional llamado cochinita pibil. Luego se cortaron en trozos pequeños que fueron colocados en un matraz de evaporación para obtener aceite esencial de naranja agria (*Citrus aurantium*).

Durante el proceso se logró obtener 300gr, las cáscara las naranjas, en el cual se pudo extraer AE mediante el proceso de extracción por purificación de arrastre por vapor. Cabe mencionar que esta práctica es de menor precio y sencillo de usar ya que contamos con ella en nuestro instituto. de calidad y buen rendimiento.

2.1. PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DE AE EN CÍTRICOS.

Rendimiento de Aceite Esencial.

Se realizó mediante regla de tres, considerando el total de la materia prima y la cantidad de aceite extraído.

pH

Se determinó el pH por medio de inmersión en un potenciómetro Titrimo 785MDP calibrado previamente con buffers pH 4 y 7. El electrodo fue sumergido por completo en la muestra de AE.

Densidad.

La densidad fue determinada pesando 1 ml del aceite esencial en una balanza analítica Mettler Toledo. El volumen fue medido con una pipeta automática marca Eppendorf (Díaz et al, 2005).

Índice de acidez.

Se pesaron 2 g de AE utilizando un matraz Erlenmeyer, se agregaron 5 ml de alcohol etílico 95° (v/v), neutralizado en caliente, luego se añadió 0.5 ml de fenolftaleína al 1.0% se tituló la composición con una solución de hidróxido de potasio 0.1N.

Índice de refracción.

Se determinó con refractómetro Abbe, previamente calibrado. Se colocó una gota del AE y se anotó el resultado.

2.2. PARÁMETROS BIOACTIVOS DE AE EN CÍTRICOS.

Actividad antioxidante.

La actividad antioxidante del AE se realizó por el método de Cardador et al, 2002, con modificaciones. A 1 ml de la muestra y de los estándares (Vitamina C) se le añadieron 2 mL del DPPH. Este se preparó con 5 mg de DPPH y 50 ml de etanol 95°. La longitud de onda se fijó a 755 nm. La absorbancia del reactivo (control) se ajustó a 0.8 y fue protegido de la luz a temperatura ambiente (Ghasemi et al, 2009). La actividad antirradical (ARA) se calculó como porcentaje de decoloración de DPPH (Correa et al, 2016), usando la ecuación 1: $\% \text{ARA} = ((A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}) / A_{\text{control}}) * 100$ (Eq. 1)

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA.

Crecimiento de bacteria Escherichia coli en caldo lauril sulfato

Se preparó caldo lauril sulfato para 6 tubos de cultivo con rosca con 30 ml por cada tubo, con una campana Durham en el interior. Se prepararon 180 ml de caldo con 2.6 gr de dicho medio. Se agregó 1 ml de la muestra (Cilantro en agua peptonada 1:10 p/v, colectado en Nunkiní, Campeche en abril de 2021) al tubo 1, para luego diluir el siguiente ml en el tubo 2 hasta terminar en el tubo 6. Luego se incubó a temperatura de 37°C durante una semana (Arias y García, 2006).

Crecimiento de bacteria Escherichia coli en caldo verde brillante.

Se preparó caldo verde brillante para 6 tubos de cultivo con rosca con 30 mL por cada tubo, con una campana Durham en el interior. Se agregó 1ml de espécimen al tubería 1, para luego diluir el siguiente ml en el tubo 2 hasta terminar en el tubo 6. Luego se incubó a temperatura de 37°C durante una semana (Arias y García, 2006).

Resiembra de bacteria *Escherichia coli* en agar MacConkey.

Se volvió a resembrar la bacteria *Escherichia coli* hicimos la preparación en agar MacConkey para un total de 9 cajas Petri, se utilizó 250 ml de agua purificada y 12.5 gramos de agar. Utilizando 3 cajas Petri, tomando una parte del tubo 2 de la muestra de caldo verdoso brillante, se agarró la muestra con un hisopo estéril atravesando de forma vertical y horizontal el hisopo en el agar. También se tomaron 2 cajas más con el mismo agar, pero se sembró la bacteria *Echerichia coli* del tubo 3 de verde brillante (Pérez et al, 2010).

2.3. ACTIVIDAD BIOREPELENTE.

Elaboración del semillero.

Se utilizó una variedad híbrida de habanero, Híbrido PX11459057, la siembra en charola se realizó en el mes de mayo de 2022, usando como sustrato para germinación pentacil más vermiculita.

Siembra en charola.

Se realizó la siembra en charola el 13 de junio de 2022. Después de 9 días empezaron a germinar la primeras plántulas de chile habanero a temperatura ambiente



Figura 1. Plántulas de chile habanero en germinación.

Adaptación del terreno.

Consistió en un barbecho, manual con ayuda de picos y palas para el remoción de tierra, la cual también sirvió para hacer las camas de siembra. Se elaboró un sistema de riego para

poder suministrar de agua toda el área de un pequeño invernadero para el cuidado de las plántulas de habanero cuando apenas se trasplantaron, luego se procedió a cubrirlo con malla sombra para protegerlos de las inclemencias del sol así como de plagas y enfermedades que aquejan el cultivo.

Transplante.

Se efectuó después de 45 días a la emergencia en semilleros, cabe mencionar que las plantas tenían una altura 13cm, de 6 a 8 completamente extendidas. Teniendo un total de 80 plantas de habanero con una densidad de siembra distribuidas de la siguiente manera: 5m de largo por 3 de ancho, entre surcos con una separación de 80cm y entre plantas 25cm.



Figura 2. Trasplante de chile habanero.

Riego por goteo.

Se utilizaron 3m de poliducto para poder suministrar de agua la parcela demostrativa así, como cintillas en toda el área a regar.

APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL CONTRA LA MOSQUITA BLANCA.

Durante el mes de septiembre se realizó la aplicación del aceite esencial sobre la plaga que aqueja al chile habanero (*Capsicum chinense*), para comprobar su efectividad como insecticida o biorepelente. Con un total de 89 ml de AE obtenido mediante el método por purificación por arrastre de vapor se realizaron diluciones de este al 2 y al 3.64%, las cuales se depositaron en recipientes de 1 L equipados con un aspersor. Se usaron como controles agua y un insecticida comercial preparado según las instrucciones del fabricante (Engeo®).

Posteriormente, se aplicaron a las plantas de chile habanero con la finalidad de evaluar su actividad biorepelente contra plaga-insecto. Las aplicaciones se realizaron por las mañanas cada 48hrs, se realizaron un total de 7 aplicaciones del 22 de septiembre al 4 de octubre de 2022.

Análisis de imágenes.

SE utilizó el software llamado ImageJ para analizar las partículas provenientes de las fotografías tomadas durante las aplicaciones a las plántulas.

Para esto se seleccionó una imagen (fotografía), para posteriormente invertirla y dejarla como un negativo. Posteriormente, la imagen se convierte a 8 bits, se ajusta el tamaño en una ventana emergente y se usa el threshold para identificar la partícula. En este caso, que en este caso nos interesaba la plaga, por lo que se selecciona Analyze particles, para medir las áreas.

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE ACEITE ESENCIAL.

Obtención de AE de naranja agria.

Al haber realizado la extracción con arrastre de vapor se obtuvo un AE de las cáscaras de naranja agria. De este aceite se obtuvo un rendimiento del 5.5%. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos son los que observamos dentro del cuadro 1.

Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de AE en naranja agria obtenidos.

Parámetro	Resultado
Rendimiento	5.5%
pH	6.65
Densidad	0.834
Indice de refracción	0.75
Indice de acidez	0.013

Con respecto al rendimiento, investigaciones realizadas lograron obtener resultados parecidos con cáscaras de diversas variedades equivalente al género (0,2-0,4 g/100g). No obstante no alcanzan los obtenidos por Bendaha con cáscara de *Citrus aurantium* cultivado en Marruecos (1,01-4,5 %). Hay que tener en cuenta la genética y la parte de la planta que se va utilizar para su estudio y análisis, también los elementos o factores agro-climatológicos y las técnicas de extracción que se utilizan siendo elementos significativos determinando la utilidad en los AE. Colombia es uno de los países con mayor elaboración de AE de salvia glutinosa ha reportado 20, 29, 31 beneficios equivalentes que anteriormente otras publicaciones han reportado.

pH.

En los estudios sobre pH se obtuvo un resultado de 6.94 de acuerdo al cuadro 3. Cabe mencionar que las condiciones climatológicas tienen que ver con el resultado ya que las cáscaras de naranja agria son desechos que se tuvieron que recolectar. Ulloa (2012), cuando analizó las propiedades físicas y químicas de la cáscara de naranja alcanzó pH de 4.78 y About-Arab et al.(2017), obtuvo pH 4.34; también, Tokuşoğlu (2018), obtuvo pH en cáscara de mandarina 5.52 y Abou-Arab et al. (2017), consiguieron pH de 4.15; igualmente Pathak et al. (2017) sobre su trabajo de investigación con desechos cáscaras en frutos adquirieron pH de 3.69, en limón y Abou-Arab et al. (2017) obtuvieron resultado semejante a 3.43, por el cual al análisis logrado está basado dentro de medidas determinadas.

Estudios realizados de pH AE en cítricos es 6.4 (Meza, 2017) y 6.83 (Franco, 2015); en aceite esencial en mandarina reporta 7.58 (Franco, 2015); en aceite esencial de limón reporta 5.0 (Ortega, 2018) y 6.1 (Franco, 2015); de manera considerable lograr un resultado

parecido con este trabajo de investigación. Vélez et al. (2019) manejando AE de romero sobre jabón de mesa adquirieron pH 8.0; también, Ortiz (2019) sobre el trabajo de investigación de AE de maracuyá obtuvo pH 10.32.

Densidad.

En lo referente al análisis de densidad, se obtuvo un resultado de 0.834 g/ml. Estudios anteriores de acuerdo a consistencia AE en cítricos puntualizan derivaciones obtenidas de 0.8423 g/ml (León et al., 2015), 0.91 g/ml (Delgado, 2018); 0.8180 g/ml (Estrada, 2015) en consistencia relativa asociada 0.842 - 0.846 (NMX-F-063, 1978); del AE de mandarina fue 0.86 g/ml (Argote et al., 2017) y 0.844 - 0.854 (NMX-K-445, 1978); del AE de limón fue 0.913 g/ml (Ortega, 2018); 0.76 g/ml (Franco, 2015) y 0.855 - 0.863 (NMX-F-062, 1974).

Índice de refracción.

En índice de refracción se obtuvo un resultado de 0.75, de acuerdo al cuadro 3. El AE de cítricos, mostró tonalidad clara, con coloración, aroma con físico particular, con consistencia fue 0.850 g/ml, índice de refracción 1 ,472 cantidad aproximada suficiente a la categoría obtenida, (Cáceres, 1995) señalando la densidad con el índice de refracción fue 0,8451g/ml y 1,4725 conjuntamente, de manera que su tonalidad amarillenta se torna naranja oscuro. (Velásquez, 2010). Indicó consistencia fue: 0,860g/ml, con índice de refracción es: 1,470 con AE en cáscara de cítricos, de manera que la densidad y el índice de refracción del análisis realizado al estudio ya mencionado están dentro adecuados a medidas reportadas. Por lo que hay que considerar que las condiciones climatológicas tienen que ver ya que las cáscaras de naranja que se colectaron son de desechos por lo tanto puede variar nuestro resultado con lo reportado con otros autores.

Análisis de trabajos elaborados por diferentes institutos que se dedican a trabajos de investigación indican que el índice de refracción del aceite esencial de cítricos es: 1.47 (León et al., 2015), 1.47 (Delgado, 2018), 1.47 (Estrada, 2018), 1.47 (Meza, 2017) y 1.4720 – 1.4740 (NMX-F-063, 1978); en aceite esencial de mandarina fue: 1.469 (Argote et al., 2017) y 1.4730 – 1.4760 (NMX-K-445, 1978); en aceite esencial de limón fue: 1.4838 (Ortega, 2018); 1.41983 (Franco, 2015) y 1.4745 – 1.4770 (NMX-F-062, 1974).

Índice de acidez.

Dentro de los resultados obtenidos de índice de acidez tenemos: 0.013. Estudios reportados pueden variar de acuerdo con la materia prima, así como las condiciones climatológicas ya

que nuestro material colectado fue de desperdicios. Densidades inferiores a 0.9 así como índices de refracción inferiores a 1.47 proponen por ciento mayor de hidrocarburos terpénicos o compuestos alifáticos. En densidades mayores a 0.9 y el índice de refracción de 1.47 existe la posibilidad que posea componentes que contienen oxígeno en su estructura química. Los componentes olorosos poseen densidades mínimas de 0.9 en el caso del índice de refracción mayor a 1.47. El componente oxigenado oloroso como cíclico poseen consistencias e índice de refracción mayores por límites ya mencionados.

3.2. CARACTERIZACIÓN BIOACTIVA.

Actividad antioxidante.

Con lo que respecta con el resultado que obtuvimos por medio de la actividad antioxidante fue: 83.8%. Existen diversas técnicas para evaluar la actividad antioxidante efectuándose DDPH (radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl, teniendo en cuenta la actividad antioxidante de AE de cítricos se realizó mediante la técnica DDPH, porque es simple y es usado considerablemente.

El AE de citrus limón presentó eliminación media del radical DDPH a concentración de 48.9%, por lo que notamos que nuestro AE de naranja agria muestra acción antioxidante en comparación con otros cítricos, pero a su vez no es significativa con la actividad Trolox. Villa reportó en un análisis DDPH IC50 de 33,2 uL/ml.

Actualmente existen diversos estándares como Trolox, no obstante, se pueden comparar con otros estándares por mencionar el ácido salicílico, ácido cafeico, tyrosol, etc. La elección estándar consiste por elementos teniendo en cuenta el criterio de representación de diversas técnicas además factores como tipo de muestra y estabilidad radical.

Actividad antibacteriana.

Con respecto a la actividad antimicrobiana se obtuvieron halos de inhibición de 1.2 cm, con aceite esencial de naranja agria, usando testigos (agua y antibiótico (ampicilina)), cabe señalar que se utilizó la bacteria *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos pueden visualizarse en la figura 3.

Estudios realizados con acción antimicrobiana, lograron que el género vegetal en cítricos en especial (*Citrus aurantium*) contiene actividad: que evita el crecimiento de algunos

hongos, así como actividad eficiente contra algunos virus, también previene la oxidación de moléculas, de manera que posee la peculiaridad anticancerígena. En futuras investigaciones se podrán usar como un biocontrol a bajo costo.

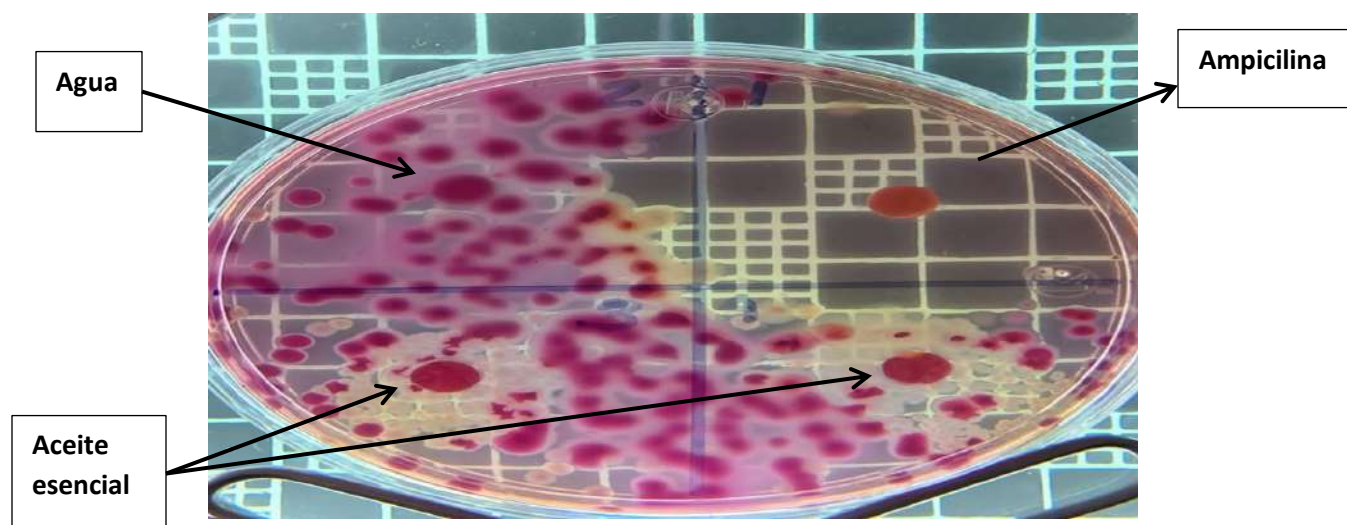


Figura 3. Actividad antimicrobiana de aceites esenciales de naranja agria.

Numerosos escritores sustentan en diversidad de compuestos químicos presentes en AE principalmente, de acuerdo con su ambiente químico, de manera que tiene la cualidad de ser repelida por una masa de agua (hidrofobicidad), que poseen los hidrocarburos cíclicos con base principal hacia el impulso de actividad frente a infestaciones de virus que viven en el ambiente. Sin embargo, microorganismos gram negativos son sensitivos a terpenoides comparado a grampositivas. Una definición pudiera hallar otra estructura de muro celular bacteriana, por lo que establece la habilidad de penetrar el terpenoide al interior de la celulosa, que puede provocar deterioros citoplasmáticos, desgaste en iones o glucosa que son la consecuencia de lisis bacterial y últimamente la muerte. Otro evento inhabilita obtención de amilasa y proteasa, ataje su creciente de partículas y coagulando el contenido celulozo.

La naranja agria, y su componente de mayor presencia limoneno y naranja dulce estuvieron elegidos en determinados en un experimento científico que investiga efectos que poseen los AE, que mostraron eliminación hasta 80% de manera que el porcentaje es eficiente para considerar que un elemento para controlar de manera natural plagas según lo descrito por ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento.

El AE en cítricos han sido ensayados ya que, por sus propiedades insecticidas en artrópodos, actuando por alimentación, relación o fumigación. Conjuntamente por su

actividad insecticida, poseen efectividad en el desarrollo, la disminución en ovopositar, repeler u ahuyentar insectos y acción y efecto de erradicar huevecillos de parásitos.

3.3. ACTIVIDAD BIOREPELENTE.

Tras la finalización del experimento, se obtuvieron diferencias estadísticas entre el insecticida comercial y los tratamientos contra el agua. Los tres primeros fueron estadísticamente iguales y prácticamente el doble que el último. Es destacable que a mayor cconcentración de AE se encontró un mayor efecto biorepelente contra la mosca blanca.

En la agricultura se recalca el método de aplicación de componentes en la erradicación en diversas plagas, mediante componentes de operación que perturban muchos objetivos, descomponiendo evidentemente en acción celulosa empleando métodos orgánicos. La mayoría de los AE contienen actividades tóxicas en erradicar plagas en clase insecta: coleóptera, lepidóptera, hemíptera, díptera, orthoptera phthiraptera y artrópoda isóptera, de manera por múltiples técnicas por actividad eso incluye acción repulsiva que ahuyenta a la plaga que a su vez actúa en su alimentación de algunos tipos de insectos, también inhibe su aliento, además de reducir evolución y productividad, eliminación de cutícula y acción octopamítica a su sistema nervioso central. Es posible que el mecanismo por el que se da la biorepelencia este relacionado con este último. Sin embargo, hacen falta más estudios al respecto.

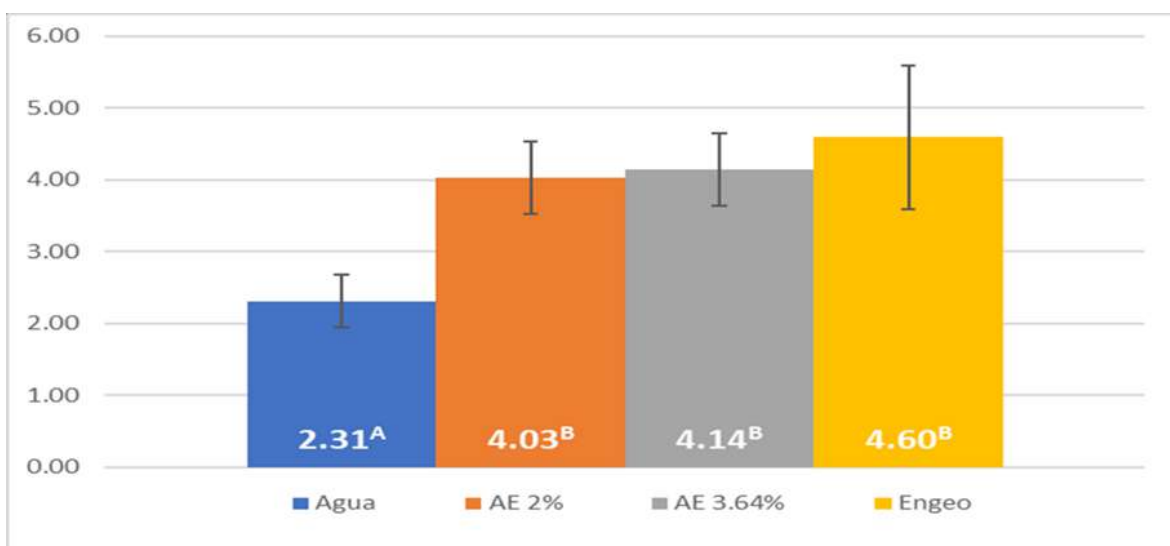


Figura 4. Biorepelencia del AE de naranja agria y los testigos (Letras diferentes indican diferencia estadística).

CAPITULO IV. CONCLUSIONES.

Se obtuvo un aceite esencial a partir de las cáscaras desechadas de naranja agria con un rendimiento de 5.5% y con propiedades fisicoquímicas similares a los reportados por diversos autores en otros aceites esenciales de cáscaras cítricas.

Este aceite esencial presentó un buen poder antioxidante, por lo que podría ser incluido como un posible aditivo alimentario, que además de brindar olor, pueda tener efectos protectores en dicho alimento. Adicionalmente, presenta actividad inhibitoria contra bacterias patógenas de interés alimentario, por lo que podría ser usado también como un probable conservador.

También presenta un efecto biorepelente contra la mosca blanca, parásito del chile habanero, por lo que podría ser empleado como un controlador orgánico, siendo capaz de

incrementar el valor del producto, ya que los consumidores solicitan frutas libres de químicos.

Por lo anterior, el aceite esencial de naranja agria presenta adecuadas propiedades bioactivas para poder ser usado como un probable aditivo alimentario.

BIBLIOGRAFIA.

Alejo Santiago, g. e. l. a. c. i. o., Luna Esquivel, G. r. e. g. o. r. i. o., & Nieves González, F. r. e. d. y. (2013). Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero (*capsicum chinense jacq*). conacyt.

Arias, Álvarez Beatriz., & Ramón-Laca, Luis. (2005). Pharmacological properties of citrus and their ancient and medieval uses in the Mediterranean region. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(1), 89-95.

Bendaha, Hasnae., Bouchal, Btissam., El Mounsi, Ibrahim., Salhi, Amine, Berrabeh, Mohammed., El Bellaoui, Mohammed., & Mimouni, Mostafa. (2016). Chemical

composition, antioxidant, antibacterial and antifungal activities of peel essential oils of *Citrus aurantium* grown in Eastern Morocco. *Der Pharm. Lett*, 8, 239-245.

Berg, Michael. G., Singh, L. N., Younis, I., Liu, Q., Pinto, A. M., Kaida, D., ... & Dreyfuss, G. (2012). U1 snRNP determines mRNA length and regulates isoform expression. *Cell*, 150(1), 53-64.

Berger, Ralf. "flavours and fragrances. chemistry, bioprocessing and sustainability".
springer. germany, 2007.

Berger, Ralf. Günter. (Ed.). (2007). *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*. Springer Science & Business Media.

Bernal Villavicencio, Carla. Patricia. (2012). Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja caracterización y estudio de potencial industrial en el Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2012.).

Caballero Ospino, Yohasky. Fiorella., & Rodríguez Domínguez, Maria de los Ángeles. (2014). Obtención de aceites esenciales a partir de cáscara de mango (*mangifera indica* L.) mediante técnica de destilación por arrastre de vapor.

Córdova, Catherina., Guillén, Juan., & Tuesta, Tarsila. (2020). Extracción por microondas libre de solvente del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*), y el efecto de las condiciones de proceso en su rendimiento, composición y actividad antimicrobiana. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 965-974.

Cosío, Sergio. Manuel. Real., Álvarez, Margarito. Rodríguez., & Meléndez, Lilia. Alcaraz. (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas.

Costa, Adilson. Vidal., Pinheiro, Patricia. Fontes., Rondelli, Vando. Miossi., de QUEIROZ, Vagner. Tebaldi., Tuler, Amelia. Carlos., Brito, Karolinni. Bianchi., ... & Pratissoli, Dirceu. (2013). *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Bioscience Journal*, 29(6), 1840-1847.

De plaguicidas, c. f. d. u., de, b. y. q. e. c., broca, l., & café, d. (2004). proyecto fomento de productos fitosanitarios no sintéticos catie/gtz.

Díaz, Carlos., Paternina, Guillermo. Segundo. Arreola., Ortega, Fabian., & Gaviria, Jair. (2005). Caracterización del aceite esencial en la corteza del limón Swinglea (Swinglea glutinosa) por CG/EM. Temas Agrarios, 10(1), 22-28.

Durán Aguirre, Cristhian. Elíseo., Pratissoli, Dirceu., Carvalho, José. Romario. D., Pacheco Damascena, Aixelhe., Araujo Junior, Luis. Moreira. D., & Bolsoni Zago, Hugo. (2020). Actividad insecticida de aceites esenciales sobre Helicoverpa armígera (Hübner) (Lepidóptera: Noctuidae). Idesia (Arica), 38(4), 59-64.

Ghasemi, Kamran., Ghasemi, Yosef., & Ebrahimzadeh, Mohammad. Ali. (2009). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species 38eels and tissues. Pak J Pharm Sci, 22(3), 277-281.

Gomes, Marcos. S., Cardoso, Maris. Das. Gracas., Soares, Murillo. José., Batista, Luis. R., Machado, Samisia. M., Andrade, Milene. Aparecida., ... & Rodrigues, Leonardo. Milani. Avelar. (2014). Use of essential oils of the genus Citrus as biocidal agents.

JL, Correa. Caleño., Cc, Cerquera. Ospina., & JJ, Méndez. Arteaga. (2016). Application of essential oils from two species of the rutaceae family as cellular oxidation controller agent and trypanocidal capacity. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 213-219.

Juárez, José. R., Castro, Américo. J., Jaúregui, José. F., Lizano, Jesús. V., Carhuapoma, Mario., Choquesillo, Fritz. F., ... & Ramos, Norma. J. (2010). Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de Citrus sinensis L. (naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica. Ciencia e investigación, 13(1), 9-13.

Kamal, G. M., Anwar, F., Hussain, A. I., Sarri, N., & Ashraf, M. Y. (2011). Yield and chemical composition of Citrus essential oils as affected by drying pretreatment of peels. International Food Research Journal, 18(4).

Knox, Richard. (2011). Repelling Bugs With The Essence Of Grapefruit. NPR.(em outubro de 2013.

Lagha-Benamrouche, Samira., & Madani, Khodir. (2013). Phenolic contents and antioxidant activity of orange varieties (*Citrus sinensis* L. and *Citrus aurantium* L.) cultivated in Algeria: Peels and leaves. *Industrial Crops and Products*, 50, 723-730.

Lock, Olga. (1994). Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, Perú.

López Sánchez, Mariana., Triana Méndez, Jorge., Pérez Galván, Francisco. Javier., & Torres Padrón, María. Esther. (2005). Métodos físicos de separación y purificación de sustancias orgánicas.

Manthey, John. A., & Grohmann, Karel. (2001). Phenols in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(7), 3268-3273.

Mendoza Padilla, M. G., & Pérez Avalos, Y. D. C. (2016). Análisis de parámetros fisicoquímicos y organolépticos de un aceite esencial de cáscara de naranja “*Citrus sinensis*” obtenido por medio de la destilación por arrastre de vapor.

Martínez, Alejandro. (1996). Aceites esenciales. *J. Nat. Prod*, 59(1), 77-79.

Mohsenipour, Zeinab., & Hassanshahian, Mehdi. (2016). Antibacterial activity of *Euphorbia hebecarpa* alcoholic extracts against six human pathogenic bacteria in planktonic and biofilm forms. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 9(6).

Murillo Sanjinez, Leonardo. Javier. (2015). Manejo de la incidencia de insectos chupadores en la productividad del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la zona del Cantón Valencia (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).

Murillo, Elizabeth., Caleño, Jessica. Leonor. Caleña., & Ospina, Cristhian. Camilo. Cerquera. (2018). Potencial antimicrobiano y citotóxico del aceite esencial de *Citrus aurantium* Engl (naranja agria) y *Swinglea glutinosa* Merr (limón de cerco). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3).

Ordoñez-Gómez, E. S., Reátegui-Díaz, D., & Villanueva-Tiburcio, J. E. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 113-121.

Ortega Arenas, Laura. Delia. (2008). Moscas blancas: temas selectos sobre su manejo (No. 632.77 M6).

Ortega, L. D. (2001). Control alternativo de mosca blanca. Folleto técnico. COLPOS, CONACYT y RAPAM. México.

Palomino, A., & Cerpa, M. (1999). Hidroextracción de los aceites esenciales. *Memorias de la IV Reunión de Fenómenos de Transporte*. Callao, Perú.

Poletti, Marcelo., & Alves, E. B. (2011). Resistência de mosca-branca a inseticidas. *Promip, Piracicaba–SP*, 1-2.

Qiao, Yu., Xie, Bi. J., Zhang, Yan., Zhang, Yun., Fan, Gang., Yao, X. L., & Pan, S. Y. (2008). Characterization of aroma active compounds in fruit juice and peel oil of Jincheng sweet orange fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) by GC-MS and GC-O. *Molecules*, 13(6), 1333-1344.

Rodríguez, Carmen. M., & Sarabia, Cristina. I. (2012). Efecto del método de fermentación acética en las características físico-químicas y sensoriales en vinagre de naranja agria (*Citrus x aurantium*) y piña (*Ananas comosus*).

ROJAS LI, Jennifer. P., PEREA, Aidé., & STASHENKO, Elena. E. (2009). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. *Vitae*, 16(1), 110-115.

Ruiz, V. J., & Aquino, B. T. (1996). Control integrado de mosquita blanca en tomate y chile por métodos de bajo impacto ecológico. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, 12.

Sánchez, Manuel. Francisco. Ortuño. (2006). Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Aiyana ediciones.

Schmutterer, Heinrich. (1995). The neem tree, *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants: source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes.

Vitola, Deimer., & Pérez, Alexander. (2016). Bioactividad de extracto de *Annona muricata* y aceites esenciales de *Citrus aurantium* contra *Phytophthora cinnamomi*. Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, 8, 325-334.

Wei, Alfreda., & Shibamoto, Takayuki. (2010). Antioxidant/lipoxygenase inhibitory activities and chemical compositions of selected essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(12), 7218-7225.

Yang, C., Chang, X., Zhang, M., Ni, X., Lv, T., Gong, G., ... & Chen, H. (2018). Active compounds of stem bark extract from *Schima superba* and their molluscicidal effects on *Pomacea canaliculata*. *Journal of pest science*, 91, 437-445.

ANEXOS.

Actividad Biorepelente. (Análisis de imagen).

Tratamiento (1)	Área	Feret
1	1	1.414
1	1	1.414
1	5	3.606
1	5	4.472
1	1	1.414
1	3	2.828
1	15	2.303
1	11	5.099
1	3	3.162
1	1	1.414
1	2	2.236
1	11	6.708
1	2	2.236
1	4	3.606
1	5	3.606
1	2	2.236
1	5	3.606

1	2	2.236
----------	----------	--------------

Cuadro 4. tratamiento a base de agua.

Tratamiento (2)	Área	Feret
2	2	2.236
2	4	4.123
2	3	2.828
2	20	7.616
2	4	3.306
2	5	3.306
2	4	2.828
2	18	6.708
2	4	3.306
2	6	4.472
2	12	5.831
2	3	2.826
2	2	2.236
2	8	5.687
2	8	5.385

Cuadro 5. Tratamiento 2 insecticida químico (Engeo).

Tratamiento (3), Aceite esencial 2%	Área	Feret
3	10	3.384
3	7	0.023
3	1	2.828
3	8	2.828
3	4	3.164
3	1	1.414
3	16	7.81
3	2	2.236
3	22	11.402
3	1	1.414
3	4	2.828
3	22	9.487
3	11	6.403
3	9	1.924
3	10	5.831

Cuadro 6. Resultados del aceite esencial al 2%

Tratamiento	Área	Feret
4. Aceite esencial 3.64%		
4	10	5.831
4	4	3.606
4	1	4.414
4	4	2.828
4	4	2.226
4	5	4.472
4	7	1.973
4	4	4.23
4	6	4.472
4	11	6.403
4	5	3.606
4	4	3.162

Cuadro 7. Resultados aceite esencial al 3.64%