



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Revisión sistemática y meta-análisis de la eficiencia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de *Bemisia tabaci* – 2020.

TESIS PARA OBTENER POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Cadenillas Salinas, Steven Samuel (orcid.org/0000-0002-9588-4114)

Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan (orcid.org/0000-0002-4230-2037)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos nuestra tesis a Dios y nuestros padres. A Dios porque el en todo momento está con nosotros cuidándonos, fortaleciéndonos para poder continuar un nuevo logro profesional, a nuestros padres, quienes, a lo largo de nuestra vida, vienen depositando su confianza y el apoyo incondicional en todo momento. En cada reto que se nos presentaba nuestros padres son nuestra motivación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi asesor, el Dr. Jorge Jave Nakayo, por ayuda brindada en la orientación con el soporte de orientación y crítica que nos ha permitido mejorar nuestras presentaciones, promoviéndonos una mejor cultura de investigación.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC – LIMA NORTE, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE BIOINSECTICIDAS CON NANOPARTÍCULAS DE ACEITES ESENCIALES ENCAPSULADOS PARA EL CONTROL DE BEMISIA TABACI - 2020", del (los) autor (autores) CADENILLAS SALINAS STEVEN SAMUEL, CARDENAS SORIA JHOSELYN SUSAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 27 de julio de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO DNI: 01066653 ORCID 0000-0003-3536-881X	Firmado digitalmente por: JJAVEN el 27 Jul 2020 16:09:07

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Yo (Nosotros), JHOSELYN SUSAN CARDENAS SORIA, STEVEN SAMUEL CADENILLAS SALINAS estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE BIOINSECTICIDAS CON NANOPARTÍCULAS DE ACEITES ESENCIALES ENCAPSULADOS PARA EL CONTROL DE BEMISIA TABACI - 2020", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
JHOSELYN SUSAN CARDENAS SORIA DNI: 47133743 ORCID 0000-0002-4230-2037	Firmado digitalmente por: JCARDENASSO el 04 Ago 2020 15:30:07
STEVEN SAMUEL CADENILLAS SALINAS DNI: 72048642 ORCID 0000-0002-9588-4114	Firmado digitalmente por: SCADENILLASS el 04 Ago 2020 15:22:01

Código documento Trilce: 37339

ÍNDICE DE COTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra, unidad de análisis	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimiento	22
3.6. Método de análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIONES	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Selección para las fuentes de información y estrategia de búsqueda.	23
Tabla 2: Aceites esenciales nanoencapsulados aplicados para el control de la mosca blanca	31
Tabla 3: Principales Características de los estudios incluidos en la revisión...	32
Tabla 4: Características Físico-químicas de los estudios incluidos	33
Tabla 5: Mortalidad de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) de los estudios incluidos.	34
Tabla 6: Criterio de Calidad metodológica de los estudios que fueron incluidos	35
Tabla 7: Análisis de varianza para la mosca blanca (huevos)	37
Tabla 8: Prueba de contraste Tukey para porcentaje PROMEDIO de moscas blancas (huevos) vivas.	38
Tabla 9: Análisis de varianza para la eficiencia de las concentraciones.....	40
Tabla 10: Prueba de contraste Tukey para la eficiencia para las concentraciones	40
Tabla 11: Análisis de varianza de la eficiencia entre autores	41
Tabla 12: Eficiencia de dosis entre autores	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Diferentes tipos de nanoencapsulaciones.....	14
Figura 2: Flujograma del proceso de selección de investigaciones incluidas para el meta-análisis.	29
Figura 3: Porcentaje promedio de moscas blancas (huevos) vivas.....	38
Figura 4: Porcentaje promedio de moscas blancas (huevos) muertas.	39
Figura 5: Porcentaje promedio para la eficiencia en dosis	41
Figura 6: Porcentaje de eficiencia entre estudios.....	42

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del uso de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales como una alternativa ambientalmente amigable para el control de plagas de mosca blanca en la fase de huevo mediante la realización de revisiones sistemáticas y metanálisis utilizando las mismas concentraciones para todos los estudios incluidos. para un metanálisis. Este estudio utilizó una técnica cuantitativa y un diseño no experimental, y se utilizó a nivel descriptivo. Los resultados de la presente investigación demostraron que para una menor concentración de aceites esenciales nanoencapsulados se obtuvo un mayor porcentaje de mortalidad de moscas blancas en fase de huevos, lo cual representa que la concentración es inversamente proporcional con la mortalidad de la mosca blanca (huevos) demostrando así la eficiencia de cada aceite esencial nanoencapsulado utilizado como bioinsecticida contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Palabras clave: Bioinsecticidas, aceites esenciales, nanoencapsulación, *Bemisia tabaci*, revisión sistemática y meta-análisis.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the use of bioinsecticides with nanoparticles of essential oils as an environmentally friendly alternative for the control of whitefly pests in the egg phase by conducting systematic reviews and meta-analyses using the same concentrations for all the included studies. for a meta-analysis. This study used a quantitative technique and a non-experimental design, and was used at a descriptive level. The results of the present investigation showed that for a lower concentration of nanoencapsulated essential oils, a higher mortality percentage of whiteflies in the egg phase was obtained, which represents that the concentration is inversely proportional to the mortality of the whitefly (eggs) thus demonstrating the efficiency of each nanoencapsulated essential oil used as a bioinsecticide against the whitefly (*Bemisia tabaci*).

Key words: Bioinsecticides, essential oils, nanoencapsulation, *Bemisia tabaci*, systematic review and meta-analysis.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso de los insecticidas convencionales ha repercutido enormemente en el ambiente, causando grandes impactos negativos tanto como en el aire, suelo y aguas subterráneas y efectos en la salud de las personas y demás seres vivos que se han visto expuestas a altas concentraciones de estos químicos tóxicos para la salud. Los insecticidas convencionales tienen una repercusión significativa en el ambiente debido a sus propiedades químicas y su uso generalizado. Estas sustancias químicas, diseñadas para controlar y eliminar plagas de insectos, pueden tener efectos adversos tanto en los ecosistemas terrestres como acuáticos. Por un lado, los insecticidas convencionales pueden alterar la biodiversidad al eliminar no solo las plagas objetivo, sino también otros insectos beneficiosos y organismos no objetivo. Esto puede desequilibrar los ecosistemas y afectar la cadena alimentaria. Además, estos productos químicos pueden contaminar el agua, ya sea a través de la escorrentía de los campos agrícolas o a través de la infiltración en los acuíferos. Esto puede afectar negativamente a los organismos acuáticos, incluyendo peces, crustáceos y anfibios. Además, los insecticidas convencionales pueden persistir en el ambiente durante largos períodos de tiempo, acumulándose en el suelo y en los cuerpos de agua. Esto puede tener efectos a largo plazo en la salud humana y en la vida silvestre. Así, la utilización de insecticidas convencionales puede tener un impacto negativo en el equilibrio de los ecosistemas y en la salud del medio ambiente en general. (Castillo, 2020)

Si bien en la actualidad existen diversos insecticidas naturales elaborados a partir de aceites esenciales (En adelante AE) o extractos naturales, que desaparecen casi por total el impacto negativo al ambiente, aportan nutrientes para las diversas especies de plantas a las que se aplican y además evitan la fitotoxicidad que provocan ciertas sustancias elaborados artificialmente; a pesar de ello, aun se necesita continuar mejorando las propiedades que poseen este tipo de bioinsecticidas, por ser vulnerables a determinadas condiciones ambientales relativamente extremas, que pueden llegar a inactivar sus propiedades biocidas contra las plagas, especialmente a la de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Otros estudios mencionan que esta especie desarrolla cierta resistencia a los insecticidas naturales. Es por ello, que como una alternativa

tecnológicamente más avanzada se empezó a utilizar la asociación entre los bioinsecticidas con AE y la nanotecnología, que busca mejorar ciertas propiedades de estos biocidas, como su volatilidad, fotoinstabilidad y termolabilidad en la lucha para controlar las plagas de la MB en diversas especies de cultivos. En este sentido Los bioinsecticidas con AE mejorados con nanotecnología representan una prometedora alternativa a los insecticidas convencionales en términos de reducir los impactos negativos en el medio ambiente. Estos productos combinan los beneficios de los ingredientes naturales, como los AE derivados de plantas, con las ventajas de la nanotecnología. La nanotecnología permite la encapsulación y liberación controlada de los AE, lo que mejora su eficacia y prolonga su acción insecticida. Además, la nanotecnología puede aumentar la estabilidad y la dispersión de los bioinsecticidas, mejorando su capacidad para alcanzar y afectar a los insectos objetivo. Al utilizar AE como ingredientes activos, estos bioinsecticidas pueden ser menos tóxicos para los organismos no objetivo y pueden ser degradados más rápidamente en el ambiente. Además, los AE pueden tener propiedades repelentes, lo que ayuda a prevenir la infestación de plagas, de este modo, los bioinsecticidas con aceites esenciales mejorados con nanotecnología ofrecen una alternativa más segura y respetuosa con el medio ambiente para el control de plagas, al tiempo que mantienen una eficacia efectiva en la protección de los cultivos.

Unos conceptos relacionados a la nanotecnología como métodos de solución para combatir a ciertas plagas nos mencionan que:

Díaz-Dávila et al. (2020), mencionan que en la actualidad las nanopartículas (NPs) son un campo de gran interés en el área de la investigación por sus importantes y potenciales aplicaciones en las múltiples áreas. Las nanopartículas también pueden ser empleadas para lograr soluciones innovadoras en problemas ambientales como la contaminación de aire, de suelo y de agua.

Económica y socialmente la nanotecnología ha generado que los gobiernos y empresas de todo el mundo comiencen a invertir en este campo. En lo complejo que es la nanotecnología, incluso en las primeras etapas de

desarrollo, y la amplia gama de estas aplicaciones potenciales son cada vez más importantes (Wang, 2018).

Para entender algunos conceptos básicos relacionados a las revisiones sistemáticas y metanálisis, nos comentan que:

Según Fernández-Chinguel et al. (2019), las revisiones sistemáticas (RS) son estudios de investigaciones que buscan resumir la evidencia de estudios de investigación, para lo cual pueden utilizar estrategias estadísticas conocidas como meta-análisis (MA).

Por otro lado, el metanálisis, que emplea métodos estadísticos para empalmar los resultados de estudios independientes, puede permitir estimaciones más precisas de los efectos de los tratamientos o metodologías que las proporcionadas por los estudios individuales incluidos en una revisión.

Según lo mencionado, la presente investigación evaluó mediante revisión sistemática la recopilación de otras investigaciones similares verificar la eficiencia que poseen los bioinsecticidas elaborados con AE nanoencapsulados para mejorar las propiedades de cada aceite esencial en el campo de acción, los criterios de estos estudios se considerados según la escala de Newcastle-Ottawa, posterior a ello, mediante la data obtenida de esos estudios se aplicó el meta-análisis para poder determinar los estudios considerados más eficientes en la lucha contra la MB.

La presente investigación determinó la siguiente pregunta para la formulación del **problema general**: ¿Cuál será según la revisión sistemática y el meta-análisis la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados para el control de *Bemisia tabaci*?, y como **problemas específicos** los siguientes: ¿Cuáles serán las fuentes para la recopilación de información para la revisión sistemática?; ¿Cuáles las características físico-químicas de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión?; ¿Cómo serán las concentraciones de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión?; ¿Cuáles son las investigaciones que demuestran mayor eficiencia para la mortalidad de *Bemisia*

tabaci?; ¿Cuáles son las investigaciones que demuestran una eficiente concentración letal 50 (CL50) contra la MB (*Bemisia tabaci*)?

Como **justificación** el presente estudio presenta las siguientes justificaciones: Justificación ambiental, la presente investigación resalta la importancia ambiental en la reducción de los insecticidas convencionales a gran escala en la agricultura para la eliminación de plagas, mediante la asociación de la nanotecnología y los AE naturales de plantas para combatir la MB diferentes cultivos, tiene como finalidad incluirlos en la propuesta de cuidado y conservación del medio ambiente.

La justificación social se proyecta a la preservación del medio ambiente, el beneficio, el ahorro económico y la prevención de la salud humana. Como es ampliamente conocido, el uso de pesticidas químicos tiene impactos indirectos en la salud humana. Como resultado, el uso de nanobioinsecticidas con AE disminuirá el potencial de problemas de salud tanto durante como después de la aplicación. También le dará a la sociedad la opción de comprar bioinsecticidas que compitan con los pesticidas químicos pero que no tengan efectos negativos sobre la salud humana o el medio ambiente. atmósfera.

En cuanto a la justificación metodológica, el trabajo ha planteado de manera amplia y transparente las etapas y proceso ejecutados en la búsqueda bibliográfica, así como en la recopilación de la información, de tal forma, que esta información permita a otros investigadores establecer el nivel de rigurosidad que se ha seguido en el desarrollo de la investigación y por otra parte, les permita establecer si dicho diseño resulta conveniente para sus propuso estudios, de acuerdo al contexto que estén manejando. En definitiva, se espera que el diseño y la secuencia metodológica que se sigue a lo largo del trabajo de investigación, puede servir de soporte al trabajo de otros investigadores.

Según la formulación del problema establecido anteriormente, se planteó como **objetivo general**: Determinar según la revisión sistemática y el meta-análisis la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados para el control de *Bemisia tabaci* y como **objetivos específicos**: Identificar las fuentes para la recopilación de información para la revisión sistemática; Determinar las características físico-químicas de los bioinsecticidas

con nanopartículas de AE encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión; Determinar las concentraciones de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión; Identificar las investigaciones que demuestran mayor mortalidad para la mortalidad de *Bemisia tabaci*; Identificar las investigaciones que demuestran una eficiente concentración letal (CL50) contra la *Bemisia tabaci*. Estableciéndose como **hipótesis** lo siguiente: La revisión sistemática y el meta-análisis nos permitirá verificar la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados para el control de *Bemisia tabaci*.

II. MARCO TEÓRICO

Corrales et al. (2018) en su investigación evalúan la efectividad de los productos orgánicos en comparación con un insecticida (Plural 20 OD, Imidacloprid) se realizó antes de probar el impacto repelente de tres extractos de plantas naturales (tomillo, chile picante/ajo y canela/clavo) para combatir la MB en la producción de melón. El estudio se llevó a cabo en una propiedad de la empresa agrícola costarricense MAYAN S.A. Orotina en Esparza, Puntarenas. La efectividad del repelente de insectos se evaluó mediante un conteo de insectos antes y después de la aplicación, con un diseño experimental aleatorio que constó de 3 tratamientos con 3 repeticiones y el control; El insecticida fue el mejor tratamiento para demostrar su eficacia en la reducción de la infestación de MB, aunque su eficacia disminuyó con el tiempo. Canela/clavo fue el extracto que demostró una mayor reducción del IMI, y su impacto en la reducción del IMI perduró en el tiempo.

Según estadísticas, los tratamientos con vinca, trinitaria y yuquilla indujeron una mortalidad de 99.1 y 95.6 % a las 72 horas, respectivamente, no así los extractos de ruda y nim. Con un 78,1 %, el extracto de cariaquito mostró letalidad intermedia. Podría decirse que los extractos de nim y ruda son más recomendables debido a su eficacia en el laboratorio como candidatos viables para brindar a los agricultores opciones adicionales en los esquemas de control integrado de plagas de MB.

Como antecedentes previos, las siguientes investigaciones tuvieron gran similitud para demostrar la eficiencia de los bioinsecticidas con AE nanoencapsulados, fueron los siguientes, Según Pereira et al. (2018), en su investigación titulada “Caracterización de nanoesferas que contienen aceite esencial de fruta *Zanthoxylum riedelianum* y sus actividades insecticidas y disuasorias contra *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae)”, el objetivo de nuestro estudio fue producir y caracterizar nanoesferas de poli- ϵ -caprolactona (PCL) que contienen AE de la fruta *Zanthoxylum riedelianum* y evaluar sus ganancias de estabilidad, así como sus actividades insecticidas y disuasorias contra MB. En una prueba de libre elección, el NSEO y el EO redujeron el número de huevos de MB en aproximadamente un 70%. NSEO y EO al 1.5% mataron al 82.87% y 91.23% de las ninfas de MB del segundo estadio, respectivamente.

Por lo tanto, Su uso puede optimizar el mantenimiento de AE en el campo a través de fotoprotección y liberación controlada. Nuestros resultados sugieren que la EO del fruto de *Z. riedelianum* puede usarse como manejo de *B. tabaci*; sin embargo, los beneficios de NSEO requieren una evaluación adicional a nivel de campo.

Según las palabras de Peres et al. (2020), nos relata en su investigación “In natura y los AE nanoencapsulados de *Xylopiya aromatica* reducen la oviposición de *Bemisia tabaci* en *Phaseolus vulgaris*”, desarrollamos nanopartículas de PCL (poli-ε-caprolactona) que contienen AE de hojas y frutos de *Xylopiya aromatica* y evaluamos su efecto insecticida en *B. tabaci* Medio Oriente Asia Menor 1 biotipo B. Los rendimientos promedio de AE de hojas y frutos de *X. aromatica* fueron 0.05 y 0.80%, respectivamente. Las nanoesferas biodegradables protegieron sustancialmente los AE por degradación de la luz ultravioleta e impidieron la posible actividad fitotóxica del aceite esencial in natura de las hojas de *X. aromatica* en altas concentraciones, probablemente debido a la liberación gradual. En la naturaleza y los AE nanoencapsulados de hojas y frutos disminuyeron (hasta un 98%) la oviposición de *B. tabaci* en hojas de frijol común. Nuestros resultados indican que tanto en la naturaleza como en los aceites nanoencapsulados de *X. aromatica* pueden usarse potencialmente como alternativa al control químico de *B. tabaci*.

Como nos explica Pascoli et al. (2020) en su investigación titulado “El potencial del nanobiopesticida basado en nanopartículas de zeína y aceite de neem para un mejor control de plagas agrícolas”, relata que, en este estudio, el biopesticida aceite de neem se encapsuló en nanopartículas de zeína para mejorar su estabilidad y eficiencia. Las nanopartículas de zeína cargadas con aceite de neem presentaron 198 ± 16 nm, índice de polidispersidad de alrededor de 0.2, estabilidad fisicoquímica satisfactoria, junto con alta eficiencia de encapsulación (> 80%). Los resultados de los estudios de caracterización, toxicidad y actividad biológica mostraron el potencial prometedor de estas nanopartículas de zeína cargadas con aceite de neem para el uso en el manejo de plagas en la agricultura sostenible después de las evaluaciones toxicológicas requeridas.

Según Oliveira et al. (2019), nos comenta que en su artículo titulado “Hidrogeles que contienen repelentes botánicos encapsulados en nanopartículas de zeína para la protección de cultivos”, que en este trabajo se refiere a sistemas repelentes a base de hidrogel que contienen compuestos botánicos que fueron emulsionados o encapsulados en nanopartículas de zeína. Presentaban buenas propiedades reológicas, incluso a temperatura elevada (40 ° C), un grado de hinchamiento de $\sim 30 \pm 1.2\%$, y podían modular la liberación de compuestos activos. Los hidrogeles que contienen compuestos botánicos presentaron alta repelencia (> 80%) contra la MB y la araña roja (*Tetranychus urticae*). Estos sistemas repelentes son prometedores para su uso en agricultura sostenible, ya que se basan en el uso de sustancias naturales tanto para las matrices como para los agentes activos. Es de destacar que los sistemas se pueden usar sin contacto directo con las plantas, lo que minimiza cualquier problema relacionado con la fitotoxicidad.

Como nos mencionan Ahmadi et al. (2018) en su artículo llamado “Aceite esencial de *Achillea millefolium* y nanocápsulas de quitosano con actividad mejorada contra *Tetranychus urticae*” describe el efecto acaricida de las nanocápsulas de quitosano cargadas con aceite esencial de *Achillea millefolium* L. contra el adulto *Tetranychus urticae* Koch. Las nanopartículas tienen diámetros promedio entre 85 y 145 nm, dependiendo del pH utilizado en la síntesis. Durante la exposición de 24 h, el LC 50 Los valores de toxicidad del fumigante para EO libre y CS-TPP / EO fabricados a pH = 3.5, 4.5 y 5.5 se obtuvieron 5.05, 18.90, 60.28 y 127.4 $\mu\text{L} / \text{L}$ de aire, respectivamente. Además, al estudiar la toxicidad por contacto, se determinó que los valores de LC 50 después de 48 h de exposición de *T. urticae* eran 5.51, 4.23, 3.30 y 1.56 $\mu\text{L} / \text{cm}^2$ para EO libre y nanopartículas preparadas a pH = 3.5, 4.5 y 5.5, respectivamente. Las pruebas de letalidad de fumigantes y contacto revelan la liberación lenta y persistente del *Achillea millefolium*L. aceite esencial, demostrando la efectividad de la nanoencapsulación de quitosano para prolongar el efecto acaricida. El rendimiento de la letalidad se ve afectado por el tamaño de las nanopartículas de quitosano cargadas. En general, los resultados mostraron que este aceite esencial permaneció por más tiempo; así, la técnica puede usarse para mejorar la eficiencia de los AE en el control de plagas.

Según Lamhari et al. (2020) en su investigación llamado “Encapsulación de AE a través del proceso de nanoprecipitación: descripción general, progreso, desafíos y perspectivas” menciona lo siguiente: Los AE son de suma importancia en productos farmacéuticos, cosméticos, agrícolas, y áreas de alimentos gracias a sus propiedades cruciales. Sin embargo, la estabilidad y la bioactividad determinan la efectividad de los AE. La nanoencapsulación polimérica es un enfoque bien establecido para la preservación de AE. Ofrece una gran cantidad de beneficios, que incluyen agua mejorada solubilidad, protección efectiva contra la degradación, prevención de evaporación de componentes volátiles y liberación controlada y dirigida. Entre las diversas técnicas utilizadas para el diseño de polímeros nanopartículas, la nanoprecipitación ha atraído gran atención. Esta revisión se centra en lo más contribuciones destacadas de la nanotecnología en la encapsulación de AE a través de nanoprecipitación método. Destacamos la composición química de los AE, el principio de preparación de nanopartículas poliméricas, las propiedades fisicoquímicas de las nanopartículas cargadas de AE y sus aplicaciones actuales.

Medeiros et al. (2019) en su investigación “Biodefensivo alternativo basado en el aceite esencial de *Allium sativum* encapsulado en nanopartículas de gelatina / PCL”, el objetivo de su trabajo fue desarrollar un sistema biodegradable que contenga el aceite esencial de las bombillas *Allium sativum* encapsuladas en nanopartículas a base de PCL / gelatina, así como evaluar su eficiencia para controlar *Aedes aegypti* Linn. larvas y *Cerataphis lataniae* Bois. pulgones. Las nanopartículas a base de PCL / gelatina que contienen este aceite esencial exhibieron una eficiencia de encapsulación superior al 94%, diámetro de partícula promedio de alrededor de 200 nm y valores de potencial zeta de aproximadamente -36 mV. La cinética de liberación del aceite esencial encapsulado confirmó el mecanismo de liberación según la Ley de Fick. Aproximadamente el 50% del aceite esencial encapsulado se liberó después de 1 h, y aproximadamente el 90% se liberó después de 50 h. Las nanopartículas que contienen el aceite esencial encapsulado se sometieron a Los bioensayos in vitro contra *A. aegypti* y *C. lataniae* mostraron un 100% de mortalidad contra larvas y pulgones hasta 24 h. En conclusión, el aceite esencial de *A. sativum*

presentó efectividad para ser aplicado en el manejo sostenible de plagas en invernaderos, así como para el control de larvicidas.

Según Gámiz (2019), para lograr una buena producción agrícola se recurre en la aplicación de plaguicidas para vencer la gran demanda de alimentos por el crecimiento poblacional. El uso de plaguicidas sintéticos para el control de plagas, malas hierbas y enfermedades de los cultivos es alarmante hoy en día, principalmente por los impactos negativos que estas sustancias están ocasionando sobre el medio ambiente y la salud humana. Por estos motivos, la legislación es cada vez más dura y insiste en un cambio de las formulaciones utilizadas y nuevas estrategias de gestión alternativas para garantizar la producción agrícola ambientalmente sostenible. Es posible lograr nuevas formulaciones mejoradas de plaguicidas basadas en nanotecnologías innovadoras que mejoren la eficacia de estos agroquímicos además de cuidar el ambiente, estas tecnologías tienen adicionalmente materiales con propiedades adsorbentes directamente al suelo para mejorar la capacidad de retención de los insecticidas tras ser aplicados en sus formulaciones convencionales.

Según Oliveira et al. (2018) en su investigación titulada “Geraniol encapsulado en nanopartículas de quitosano / goma arábica: un sistema prometedor para el manejo de plagas en la agricultura sostenible” nos dice que, en este estudio se prepararon y caracterizaron nanopartículas de quitosano / goma arábica que contenían geraniol. Además, se realizó una evaluación de la actividad biológica del geraniol encapsulado en nanopartículas de quitosano / goma arábica hacia la MB. La formulación optimizada mostró una alta eficiencia de encapsulación (> 90%) y permaneció estable durante aproximadamente 120 días. La formulación protegió al geraniol contra la degradación por radiación UV, y la liberación in vitro fue de acuerdo con un mecanismo de difusión que fue influenciado por la temperatura. Se puede observar como resultado de esta investigación un efecto de atracción para *Bemisia tabaci*, indicando el potencial de este tipo de sistema para su uso en el manejo de plagas, especialmente en dispositivos trampa.

En su estudio “Nanoencapsulación de AE para el Control del *Aedes aegypti*”, Lugo (2018) nos informa que el *Aedes aegypti* es un mosquito transmisor de enfermedades como el dengue, fiebre amarilla y, más recientemente, Chikungunya y Zika. Una solución natural a este problema es el uso de AE derivados de plantas porque ha mostrado que tienen actividad insecticida y repelente, son fáciles de obtener y tienen baja toxicidad para no organismos. Sin embargo, la nanoencapsulación podría ser un reemplazo de vanguardia para el uso de estos aceites porque sus partes constituyentes son inestables. El objetivo fue crear formulaciones utilizando nanopartículas (NP) cargadas con AE de *Schinus molle* y *Ocimum basilicum* y probar su efectividad contra *Ae. aegypti* en términos de propiedades insecticidas y repelentes. Los AE se produjeron por hidrodestilación con un rendimiento de extracción inferior al 0,2 % y su composición química se determinó posteriormente mediante GC-MS. Se determinó que la mayoría de los compuestos AESmh fueron limoneno (15%), cadineno (9,1%) y canfeno (8,7%); los de felandreno AESmf (31%), limoneno (25,5%) y mirceno (10,6%); y los de AEObh fueron cinamato de metilo (37,5%), linalol (26,1%) y eucaliptol (6,2%). La técnica HS-SPME se optimizó mediante el diseño experimental de Plackett-Burman. Posteriormente se validó un método de cuantificación para cada planta mediante HS-SPME-GC.

Condujo al desarrollo de enfoques lineales, exactos, precisos y no robustos. En el proceso de nanoprecipitación se utilizó quitosano y Eudragit S100 para producir NP con un porcentaje de EE superior al 50%, un tamaño inferior a 800 nm y sin agregados. El AE era venenoso para *Ae. aegypti*, con valores de CL50 de 56,6 ppm para AEObh, 21,3 ppm para AESmf y 14,2 ppm para AESmh. AEObh, AESmf y AESmh (AE y NP) demostraron la actividad repelente más alta (SAI superior a 0,3). *Artemia salina* fue perjudicial para la AE y NP de *Ocimum basilicum* (CL50 1000 ppm). Los otros, sin embargo, no eran venenosos. Los hallazgos podrían utilizarse para buscar nuevos medicamentos que puedan usarse para controlar *Ae. aegypti*.

Vite-Vallejo et al. (2018) en su estudio abordan las técnicas de control que utilizan elementos naturales, como extractos de plantas, como alternativa para controlar a la MB, que es una plaga de cultivo importante con una amplia gama de huéspedes. Los investigadores probaron la eficacia de los extractos

etanólicos de *Chenopodium ambrosioides* L., *Piper nigrum* L., *Thymus vulgaris* L. y *Origanum vulgare* L. El resultado mostró que las moscas blancas fueron eliminadas por el extracto etanólico de *C. ambrosioides* a una concentración del 6%, *P. nigrum* al 4% y 5 % de concentración, *T. vulgaris* al 11% de concentración y *O. vulgare* al 12 y 15% de concentración, respectivamente. Con una concentración letal 50 (LC50) de 1,6%, *P. nigrum* fue la más tóxica. Los taninos y flavonoides estaban presentes en todos los extractos en buenas cantidades. Los alcaloides, taninos y saponinas se encontraron en abundancia en *P. nigrum*.

En conclusión, los extractos etanólicos de *C. ambrosioides*, *P. nigrum*, *T. vulgaris* y *O. vulgare* demostraron actividad insecticida contra *B. tabaci* en varias dosis. *P. nigrum*, la planta más peligrosa y potente examinada, tuvo la LC50 más baja. Los extractos de las cuatro plantas contenían varias categorías de metabolitos, incluidos alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, triterpenos y esteroides, que pueden tener propiedades insecticidas. Para crear productos innovadores para el control de plagas que sean seguros tanto para las personas como para el medio ambiente, se deben idear enfoques analíticos para la identificación de metabolitos bioactivos a partir de materias primas económicas y disponibles localmente.

Se requiere el conocimiento de algunas teorías relacionadas para completar esta investigación:

La revisión sistemática, como nos menciona Quispe et al. (2021) es la evaluación exhaustiva, reproducible, crítica y detallada de la mejor evidencia favorable como planteamiento a una pregunta de investigación específica. Para lograr este propósito, las revisiones sistemáticas deben solucionar las siguientes cuestiones:

- i) La pregunta de investigación detallada y estructurada
- ii) Criterios de elegibilidad de las pruebas;
- iii) Estrategia de búsqueda precisa y reproducible;
- iv) Selección de pruebas y extracción de datos;
- v) Análisis de sesgos;
- vi) Síntesis de resultados; y
- vii) Publicación.

Si los datos son suficientes y homogéneos, es posible incluir su metanálisis para sintetizar los resultados. De este modo, las revisiones sistemáticas y los metaanálisis pueden generar conocimientos nuevos y fundamentales para la toma de decisiones en distintas áreas.

Una de las tecnologías más nuevas del siglo XXI, la nanotecnología se ocupa del manejo del tamaño de partículas en el rango de 1 a 100 nm y es responsable del diseño, fabricación, caracterización y aplicación de estructuras, sistemas y dispositivos. Debido a su mayor área de superficie, los nanomateriales se diferencian de los materiales a granel en términos de sus características físicas y químicas. La fuerza física, la reactividad química, el magnetismo, la conductancia eléctrica y los efectos visuales son algunas de estas variaciones. (Villena y García-estepa, 2018).

Según Kumar, et al. (2019) el desarrollo nanotecnológico como medio para los alcances de los nanoplaguicidas se halla en una etapa temprana de desarrollo. El objetivo fundamental de esta solución es reducir el uso indiscriminado de pesticidas convencionales para lograr un desarrollo sostenible y segura con el ambiente. Los pesticidas nanoencapsulados pueden proporcionar una cinética de liberación controlada, al tiempo que mejoran eficientemente la permeabilidad, la estabilidad y la solubilidad.

Sobre su eficiencia: La nanoencapsulación puede mejorar la eficiencia del control de plagas durante períodos prolongados al prevenir la degradación prematura de los ingredientes activos (IA) en condiciones ambientales adversas.

Es fundamental la entrega inteligente de pesticidas es esencial para reducir la dosis de IA con mayor eficacia y para superar la pérdida de pesticidas (por ejemplo, debido a la lixiviación y la evaporación).

Sobre las futuras tendencias: También se exploran las tendencias futuras de las nanoformulaciones de plaguicidas, incluidos los nanomateriales como IA y las nanoemulsiones de bioplaguicidas.

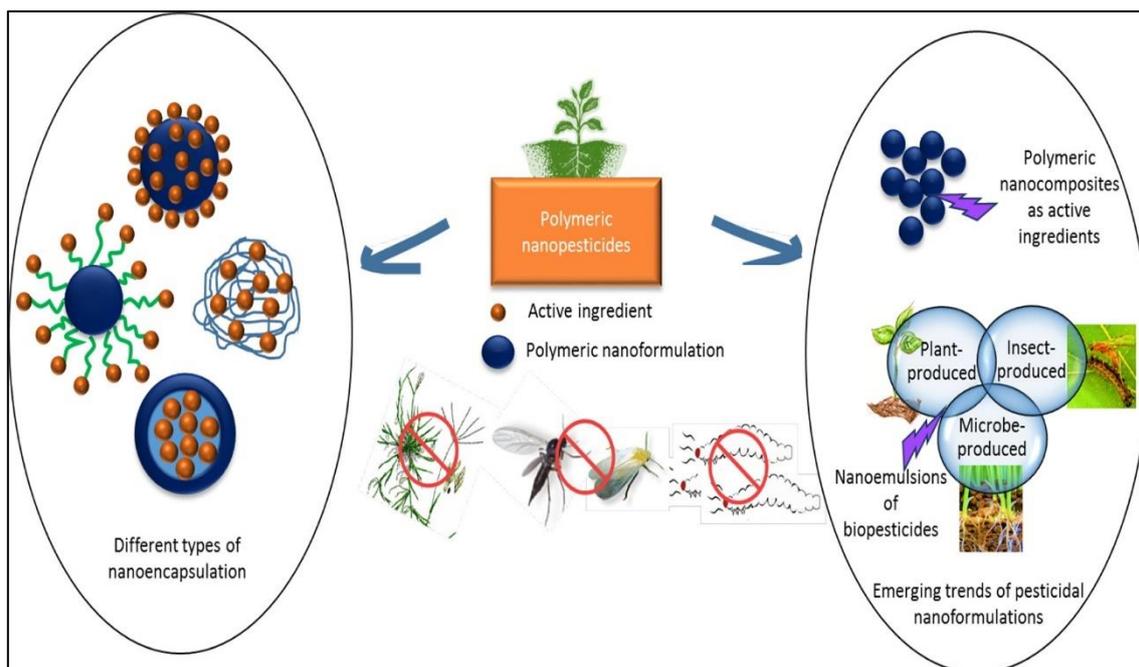


Figura 1. Diferentes tipos de nanoencapsulaciones

Según Wani, et al. (2019), las nanoemulsiones son sistemas cinéticamente estables compuestos por la dispersión de dos líquidos inmiscibles que se estabilizan mediante un surfactante adecuado. El tamaño estimado de las gotas de estos sistemas oscila entre 10 y unos pocos cientos de nanómetros. Las nanoemulsiones se clasifican como bifásicas y múltiples según la distribución relativa de fases y componentes. La dinámica de las gotas, que tiene en cuenta la influencia del corte en el tamaño de las gotas, es una de las propiedades más notables de las nanoemulsiones.

Las nanoemulsiones están sujetas a los mismos procesos de inestabilidad que las emulsiones normales. La separación de fases puede crearse mediante aumentos en el tamaño de las gotas, polidispersidad y los peores escenarios. La agregación de gotas, uno de los procesos de inestabilidad, provoca el desarrollo de gotas al aumentar el total de contactos electrostáticos, hidrofóbicos, esféricos y de Van der Waals. El segundo mecanismo, conocido como maduración de Ostwald, explica por qué las emulsiones se espesan. La coalescencia, o la fusión mecánica de dos gotas como resultado del impacto, es el último proceso. Es posible crear nanoemulsiones utilizando alta energía, baja energía o una mezcla de ambas. Como procesos de alta energía, la ultrasonificación y la homogeneización a alta presión se distinguen por su capacidad para producir

fuerzas disruptivas que pueden reducir el tamaño de las gotas. Autoemulsificación. Técnicas para inversión de fase de reflejos de baja energía, autoemulsificación y temperatura de transición de fase (Hayles, et al., 2017; Helgeson, 2016).

La principal característica de cada aceite esencial es el olor intenso y distintivo, que depende tanto de la especie de planta de la que se deriva como de su composición química. Los AE son subproductos agroindustriales, forestales no maderables, con alto valor agregado. Los AE son compuestos químicos volátiles y aromáticos que se encuentran en varias partes de las plantas, como las hojas, flores, frutas, semillas, raíces o cortezas. Estos compuestos son responsables de los aromas característicos de las plantas y tienen propiedades bioactivas que han sido aprovechadas por diversas industrias. Los AE se obtienen a través de diferentes métodos de extracción, como la destilación por arrastre de vapor, la expresión en frío, la extracción con disolventes y la maceración. Estos métodos permiten separar y concentrar los compuestos aromáticos de las plantas, obteniendo AE puros. Son un subproducto del metabolismo secundario de la planta, que la protege de las bacterias dañinas, ahuyenta las plagas de insectos y altera el sabor de tal manera que los animales herbívoros lo encuentran repulsivo (Stashenko, 2019).

Cabe destacar, que los AE tienen aplicaciones en diversas áreas en las que sus propiedades han demostrado gran efectividad como, por ejemplo:

- Aromaterapia: Los AE se utilizan en aromaterapia para promover el bienestar emocional y físico. Al inhalar o aplicar estos aceites en la piel, se cree que pueden tener efectos relajantes, estimulantes, analgésicos y antiinflamatorios, entre otros.
- Industria cosmética: Muchos productos cosméticos, como perfumes, jabones, lociones y cremas, contienen AE debido a sus propiedades aromáticas y beneficios para la piel. Los AE pueden ayudar a hidratar, suavizar, tonificar y mejorar la apariencia de la piel.
- Industria alimentaria: Algunos AE se utilizan como aditivos naturales en la industria alimentaria para brindar sabor y aroma a los alimentos y bebidas. Estos aceites se emplean en la producción de confitería,

chocolates, bebidas aromatizadas, productos horneados y muchas otras aplicaciones.

- Medicina natural: En la medicina tradicional y natural, se utilizan AE por sus propiedades terapéuticas. Algunos AE tienen propiedades antimicrobianas, antifúngicas, analgésicas, antiespasmódicas y expectorantes, y se utilizan en la elaboración de remedios caseros para aliviar diversas afecciones

En particular, en lo que se refiere a la agroindustria, aunque los AE también se consideran subproductos valiosos en la agroindustria y en el sector forestal no maderable pues muchas veces, se obtienen como resultado de procesos de extracción de otros productos, como la producción de jugos de frutas o la destilación de maderas para obtener AE específicos y generar valor agregado a partir de estos subproductos. Es importante destacar que la calidad y pureza de los AE varían según la planta de origen y el método de extracción utilizado. Por lo que, resulta fundamental contar con estándares de calidad y buenas prácticas de producción para asegurar la autenticidad y eficacia de los AE.

Un concepto en la cual se basa la presente investigación es la de la asociación entre nanotecnología y los bioinsecticidas, como se menciona a continuación:

Lira (2018), el uso masivo e indiscriminado de agroquímicos convencionales para mejorar el rendimiento de los cultivos agrícolas provoca el deterioro de la calidad del suelo, la degradación de los agroecosistemas, impacta negativamente al medio ambiente y aumenta la resistencia a los plaguicidas por parte de insectos y microorganismos fitopatógenos. De esta forma, podríamos mencionar que la nanotecnología se usa en diversas áreas de la agricultura, para las mejoras en la capacidad de absorción de nutrientes de las especies vegetales, acelerar su crecimiento de una mejor manera y otros beneficios. Con la Nanotecnología, muchas aplicaciones dentro de la agricultura podrían ser variadas y diversificadas para producir productos agrícolas como nanofertilizantes, nanopesticidas, nanoherbicidas y nanosensores, lo que

permitirá aumentar el rendimiento de los alimentos de forma sostenible. Las nanopartículas de AE encapsulados son una forma de nanoformulaciones que han despertado interés en el campo de la agricultura como posibles bioinsecticidas eficientes y seguros. Estas nanopartículas están diseñadas para liberar de manera controlada los componentes activos de los AE, lo que puede mejorar su eficacia y prolongar su efecto. Estos pueden ofrecer mayor estabilidad y vida útil puesto que la encapsulación de los AE en nanopartículas puede proteger los componentes activos de la degradación causada por factores externos como la luz, el calor y el oxígeno. Esto resulta en una mayor estabilidad y vida útil del bioinsecticida, lo que permite un control prolongado de las plagas, de igual manera, pueden permitir la liberación controlada: Las nanopartículas encapsuladas pueden proporcionar una liberación controlada y sostenida de los AE. Esto asegura una distribución más uniforme y una acción prolongada del bioinsecticida en el tiempo, lo que puede reducir la frecuencia de las aplicaciones y aumentar la eficiencia de control de plagas.

Un bioinsecticida es una sustancia natural que se obtiene de la combinación de sustancias y extractos presentes en ciertas plantas, aquellas que tienen características botánicas tóxicas con acción de repeler o eliminar los insectos patógenos dentro de los campos de cultivos (Mindiola, 2019).

Para Rodríguez-Montero et al. (2020), la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) es una especie plaga con características de impacto económico, se encuentra por todo el mundo y genera grandes pérdidas en la producción agrícola. Para eliminarlas se recurre al uso excesivo de insecticidas químicos, que causan contaminación ambiental lo que provoca que aumente su resistencia en las poblaciones de los insectos. Adicional a ello, nos mencionan en su investigación que su objetivo principal era evaluar la actividad insecticida de nueve extractos vegetales en adultos de *B. tabaci*, bajo condiciones experimentales in vitro. Evaluaron bioensayos de toxicidad con los extractos etanólicos de cada especie vegetal en concentraciones de 5000 mg/L, para determinar la mejor eficacia. Las especies vegetales utilizadas fueron:

- a) *Enterolobium cyclocarpum* (hojas y corteza),
- b) *Curcuma longa* (raíz),

- c) *Zingiber officinale* (raíz),
- d) *Lippia graveolens* (hojas),
- e) *Adonidia merrillii* (hojas y frutos),
- f) *Ruta graveolens* (hojas),
- g) *Annona muricata* (semillas).

El más tóxico fue el extracto de *R. graveolens*. Finalmente se realizaron bioensayos con las tres particiones fitoquímicas para determinar su actividad y lograr una aproximación al tipo de compuestos responsables de la actividad tóxica. Con estas pruebas se consiguió información para el desarrollo de métodos alternativos contra la plaga, determinando que los extractos vegetales son una buena alternativa para el desarrollo de bioinsecticidas amigables con el medio ambiente y la salud humana.

La frase "biopesticida", a veces conocida como "bioinsecticida", se usa para describir una variedad de productos químicos para el control de plagas, que incluyen:

- Microorganismos (virus, bacterias u hongos)
- Nematodos entomófagos
- Pesticidas de origen vegetal
- Metabolitos secundarios de microorganismos
- Genes insertados en plantas de relevancia agrícola para hacerlas resistentes a los ataques de insectos o tolerantes a los herbicidas.
- Las feromonas de insectos se utilizan para interrumpir el apareamiento o para combinarse con productos químicos insecticidas.

Los biopesticidas más ampliamente utilizados son, por lo tanto, organismos nocivos reales que están presentes en la plaga en cuestión. Cuando se usan con otros elementos de los programas de manejo integrado de plagas (MIP), los bioinsecticidas contribuyen significativamente a los programas de MIP (Padilla, 2017). Sus principales ventajas frente a los plaguicidas convencionales son que son menos nocivos y tienen un menor impacto ambiental; sin embargo, solo atacan a la plaga o a la especie objetivo. También son efectivos en pequeñas cantidades y se degradan rápidamente.

Las nanoformulaciones de bioinsecticidas tomadas en cuenta en esta revisión sistemática de las investigaciones, presentan una forma ideal de estrategia para controlar las plagas y mitigar las pérdidas económicas producidas por estas especies de plagas. Los sistemas de formulación que se conocen son las nanoemulsiones, nanoencapsulaciones y nanodispersiones, en esta investigación solo considero la nanoformulación por medio de nanoencapsulaciones, considerado un método para empaquetar sustancias activas dentro de otro tipo de material. Además, se consideraron solo aquellos bioinsecticidas nanoencapsulados en nanoesferas o nanocapsulados, para precisar los datos estadísticos, ya que este tipo de nanotecnología presente miles de diversos métodos y pueden variar según los materiales que se emplean.

En esta presente investigación se optó por buscar formar más avanzadas y ecológicas para controlar la plaga de la MB en su fase de metamorfosis más temprana, ya que se considera una de las plagas más importantes en la agricultura desde hace muchos años atrás y también porque desarrollan cierta resistencia a los insecticidas, siendo motivo para buscar nuevas formas de cómo combatirla.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación esta basado en un enfoque cuantitativo y es de naturaleza descriptiva, como nos menciona Cárdenas (2018) la investigación cuantitativa es un proceso destinado a solucionar diversos cuestionamientos a partir de la recolección y análisis de datos para lograr resolver esa pregunta de investigación.

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para resolver los cuestionamientos a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación, además, plantea la estructura fundamental y especifica de la intervención (Monjarás, 2019).

Entonces podemos decir que la presente investigación se basa en un diseño no experimental debido a que se efectúa en un determinado tiempo y espacio.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables y dimensiones fueron tomadas en consideración de acuerdo con los criterios establecidos por los distintos autores de las investigaciones que se incluyeron ya que el presente estudio crea una revisión sistemática y posterior metanálisis.

Fau & Nabzo (2020) el metanálisis es una técnica estadística utilizada en las revisiones sistemáticas para combinar y analizar cuantitativamente los resultados de los estudios individuales, proporcionando una estimación global del efecto de una intervención o variable de interés.

A la luz de esto, los factores y dimensiones elegidos para este estudio se enumeran a continuación:

- **Variable independiente:** Evaluación exhaustiva y metanálisis de la eficacia de los bioinsecticidas que contienen nanopartículas encapsuladas en aceites esenciales.

Dimensiones:

- Recopilación de la información
- Revisión de las características físico-químicas
- Revisión de las concentraciones de los bioinsecticidas.
- **Variable dependiente:** Mortalidad de *Bemisia tabaci*
- **Dimensiones:**
 - Tasa de mortalidad de *Bemisia tabaci* (huevos).
 - Letalidad para el control de *Bemisia tabaci*.

3.3. Población, muestra, unidad de análisis

Población: Todos los estudios que utilicen la asociación entre la nanotecnología con los aceites esenciales para la fabricación de nanoesferas con el propósito de controlar la plaga de *Bemisia tabaci*.

Muestra: Los estudios que cumplan con los criterios de inclusión de acuerdo con la escala de calidad de Newcastle-Ottawa siguiendo el criterio ambiental.

La **unidad de análisis** para esta investigación será el resultado final del meta-análisis del conjunto de investigaciones incluidas, de acuerdo a los análisis estadísticos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: La técnica empleada para la recolección de datos, entendida esta como la estrategia que se desarrolla con el propósito recopilar la información requerida, fue por medio de la revisión sistemática de los estudios según los criterios de inclusión/exclusión.

Instrumentos: Entendiendo estos, como el medio a través del que se recogen los datos concernientes a la investigación, se consideraron tablas o fichas con campos predefinidos, considerando los elementos fundamentales para categorizar la información contenida en los artículos científicos

considerados con los que recopilaran información necesaria para el meta-análisis de datos, de acuerdo a la revisión sistemática.

La confiabilidad ayuda a otros investigadores que desean repetir la misma técnica bajo las mismas o similares condiciones y obtener resultados comparables. También ayuda en la aceptación científica del concepto de estudio propuesto.

Tres expertos evaluaron de forma independiente la pertinencia y congruencia del contenido teórico, así como la claridad del enunciado en relación con los objetivos establecidos, para determinar la validez de los instrumentos. Estos son estos expertos:

- Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
- Dr. Cesar Eduardo Jiménez Caldero
- Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco

El proceso de validación estuvo a cargo de tres especialistas con mucho conocimiento y experiencia en este tipo de instrumentos de recolección de datos, los instrumentos aprobados, luego del proceso de validación, se muestran en el apartado de Anexos.

3.5. Procedimiento

Para la elaboración de la presente investigación, se describirá las estrategias para la búsqueda de información, los criterios de inclusión/exclusión según la escala de Newcastle-Ottawa, evaluación del riesgo de sesgo de investigación y la síntesis de toda la información necesaria para el meta-análisis. Estos elementos descritos a continuación permiten afirmar el carácter científico y sistemático de la consulta, recopilación y análisis de información a partir de los artículos considerados finalmente en la selección.

A) Estrategia para la búsqueda de investigaciones

La presente investigación se realizó buscando revistas científicas resaltantes en la base de datos electrónica. En consiguiente, se realizó la revisión sistemática y posteriormente un meta-análisis de artículos publicados en

revistas científicas desde enero del 2015 hasta agosto del 2020, sin excepción de los tipos de idiomas de publicación, pero dando prioridad a artículos en inglés, que tengan información sobre nuestras variables de estudio. Una revisión sistemática es un tipo de estudio científico que tiene como objetivo recopilar, evaluar y sintetizar de manera sistemática la evidencia disponible sobre un tema específico. Se basa en un enfoque metodológico riguroso y transparente para identificar, seleccionar y analizar críticamente los estudios relevantes existentes. Busca minimizar el sesgo y proporcionar una visión objetiva y completa de la evidencia disponible sobre un tema específico Buscando las palabras claves del estudio.

Se realizo la consulta en las siguientes bases de datos:

- ProQuest
- Web of Science
- Scielo
- Scopus
- IOP Publishing
- Crossref Metadata
- Entre otros

Tabla 1.

Selección para las fuentes de información y estrategia de búsqueda.

Base de Datos	Estrategia de búsqueda
Scopus	Bioinsecticides based on essential oils with nanoparticles en “Article, Abstract, Keywords” Bioinsecticides based on essential oils “Article, Abstract, Keywords” Plague <i>Bemisia tabaci</i> “Article, Abstract, Keywords”

ScienceDirect	“Bioinsecticides based on essential” and “nanoformulation” “Bioinsecticides based on essential oils” and “Plague <i>Bemisia tabaci</i> ” and “White fly”
Scielo	Articulos científicos sobre “eficiencia de bioinsecticidas nanoparticulados con aceites esenciales” o “bioinsecticidas nanoencapsulados polimericos” contra “plaga de la mosca blanca”
Crossref Metadata	“bioinsecticides” and “plague <i>Bemisia tabaci</i> ”
Otros	“Eficiencia” o “aplicación” de “bioinsecticidas nanoformulados” para “controlar” o “eliminar” “ <i>Bemisia tabaci</i> ”

Fuente: Elaboración propia

B) Escala de Newcastle-Ottawa (NOS) para evaluar la calidad de los estudios no aleatorios en meta-análisis

De acuerdo con la investigación no aleatoria, como los estudios de cohortes y los estudios de casos y controles, puede ser un desafío implementar y llevar a cabo, como Wells, et al. (2014) señala, una correcta comprensión de la investigación no aleatoria requiere la evaluación de la calidad de dichas investigaciones. Las Universidades de Newcastle, Australia y Ottawa, Canadá colaboran regularmente en la Escala Newcastle-Ottawa (NOS) y la crean para evaluar el estándar de la investigación no aleatoria. La escala consta de tres dominios principales que se evalúan de forma independiente para cada estudio: Selección de los participantes: Este dominio evalúa la representatividad de la muestra, la definición clara de los criterios de inclusión y exclusión, la ausencia de sesgos de selección y la comparabilidad de los grupos en estudios de casos y controles. Comparabilidad de los grupos: Este dominio se aplica solo a los estudios de cohortes y casos y controles. Evalúa si los grupos son comparables

en cuanto a factores importantes que podrían influir en los resultados, como la edad, el género, el estado socioeconómico u otros factores de confusión. También se evalúa si se controlaron adecuadamente los factores de confusión en el análisis. Evaluación de los resultados: Este dominio evalúa la evaluación y medición de los resultados, la duración adecuada del seguimiento, la tasa de seguimiento de los participantes y el manejo de los resultados perdidos. También se evalúa la utilización de métodos estadísticos apropiados para el análisis de los resultados. Para estudios de casos y controles o de cohortes, la selección de grupos de estudio, la comparabilidad de grupos y la identificación de la exposición o resultado de interés han establecido un "sistema de estrellas" utilizado para evaluar los estudios.

C) Criterios de selección de las investigaciones seleccionadas.

Criterios de inclusión/exclusión de los estudios tomados en cuenta:

Los trabajos de investigación serán incluidos finalmente en el meta-análisis, estableciéndose por defecto aquellos que fueron excluidos, se elaboró una lista siendo lo más objetiva posible, para evitar el llamado sesgo de selección. Se determinaron los criterios de inclusión, si los estudios tienen los siguientes contenidos:

- Nanoesferas elaboradas con AE (de cualquier variedad de especies vegetales), compuesto con un polímero fácilmente degradable o neutro.
- Nanocápsulas elaboradas con AE (de cualquier variedad de especies vegetales), compuesto con un polímero fácilmente degradable o neutro.
- Efectividad de los AE nanoencapsulados probados en ambientes controlados.
- Bioinsecticidas tenga baja o nula fitotoxicidad en las especies de plantas.
- Porcentaje de eficiencia de encapsulación mayor al 80% de los AE.
- Mortalidad de las moscas blancas en fase de huevos aplicando bioinsecticidas con nanocápsulas.

Por otro lado, se tomó en cuenta los siguientes criterios de exclusión, si los estudios tenían los siguientes contenidos:

- Elaboración de nanoesferas con productos o sustancias químicas poco ecológicas.
- Poca efectividad de nanoesferas elaboradas en un laboratorio.
- Elaboración de nanoesferas en la lucha contra otro tipo de plagas.
- Porcentaje de eficiencia de encapsulación menor al 80 %.

D) CATEGORÍAS PARA SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Se tomaron en cuenta, considerando el tema que se abordó y la composición teórica y conceptual encontrada durante el desarrollo de la investigación, 03 categorías para el evaluar la calidad de las investigaciones: Selección, comparabilidad y resultados.

A continuación, se describirá cada categoría en base a las necesidades de este estudio.

Selección:

- 1) Representatividad de la cohorte expuesta
- 2) Selección de la cohorte no expuesta
- 3) Verificación de la exposición
- 4) Demostración de que el resultado de interés estaba presente al inicio del estudio

Comparabilidad:

- 1) Comparación de cohortes en función de diseño o análisis

Resultado

- 1) Evaluación de resultado
- 2) El seguimiento se hizo el tiempo suficiente para que se produjeran los resultados
- 3) Adecuación del seguimiento de cohortes

- 4) Medidas de Newcastle-Ottawa (buenas, regulares y malas) de acuerdo con los estándares de la AHRQ:
- 5) Tres o cuatro estrellas en la selección, una o dos estrellas en la comparación y dos o tres estrellas en los resultados se consideran de alta calidad.
- 6) 2 estrellas en el dominio de selección, 1 estrella en el dominio de comparación y de 2 a 3 estrellas en el dominio de resultados se consideran de calidad aceptable.
- 7) 0 a 1 estrellas para la selección, 0 a 1 estrellas para la comparabilidad y 0 a 1 estrellas para los resultados indican mala calidad.
- 8) Extracción y recopilación de datos para metanálisis
- 9) Los datos se recopilaron teniendo en cuenta los siguientes factores:
 - Autor
 - Año de publicación
 - Diseño del estudio
 - Métodos
 - Resultados
 - Conclusiones

Los dos revisores discutieron los temas en cuestión y llegaron a una conclusión.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) es un software que crea gráficos bajo las hojas de cálculo permitiéndonos incluir herramientas incluyendo interfaces, para el análisis de varianza para determinar el coeficiente de variabilidad entre los autores de las investigaciones incluidas, donde el coeficiente de variabilidad (CV) no debe excederse de 30%, para considerar a los estudios como representativos.

Donde la probabilidad de “r”, representa:

Si $Pr > 0.05$ No presenta significancia

Si $Pr < 0.05$ Hay significancia

3.7. Aspectos éticos

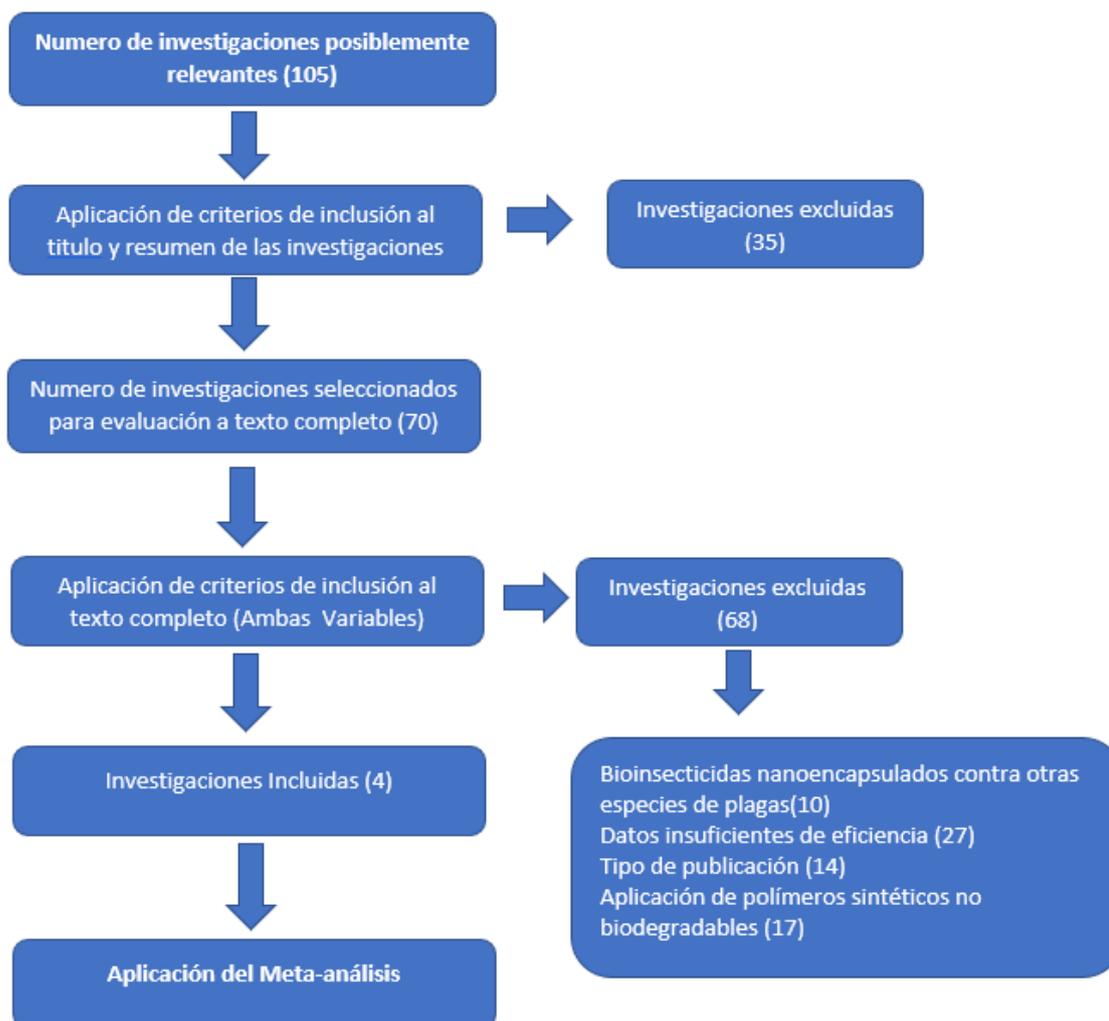
La presente investigación se basó en la revisión sistemática y el meta-análisis, tomando la información de otros autores que desarrollaron trabajos previos, cuyo aporte se consideró pertinente para llevar a cabo nuestra propia investigación; En este sentido, se cumplió con los parámetros indicados, para la debida referenciación de sus trabajos, de modo que se garantice el respeto a los aportes y propiedad intelectual de dichos autores. La aplicación de filtros en el proceso de búsqueda ha garantizado una depuración importante de artículos considerados inicialmente, de este modo, se han considerado un conjunto final de documentos relacionados estrechamente con las categorías y palabras claves consideradas. De este modo, la certificación de los datos elegidos es relativa debido a que es propiedad intelectual de otros investigadores y estos fueron respaldados por revistas científicas y universidades. De igual manera se ha trabajado, siguiendo los parámetros establecidos por la universidad a partir de su respectivo reglamento, en el que se establecen las pautas generales a seguir para la elaboración de productos académicos. A partir de estas indicaciones, se han desarrollado cada uno de los capítulos, cumpliendo de esta forma con las pautas metodológicas exigidas en el desarrollo de un trabajo de esta naturaleza. Se ha cumplido con el desarrollo de las secciones establecidas, así como con la estructura de capítulos, igualmente se ha respetado la extensión sugerida, tanto el número y proporción de referencias establecidas en el reglamento. Considerando la protección de la información del autor, se empleó el Software Turnitin, obteniendo un porcentaje de similitud de 22% (ver anexos).

IV. RESULTADOS

En la figura 1, se muestra de acuerdo con la revisión sistemática, para iniciar la búsqueda de información se tomaron en cuenta 105 investigaciones consideradas posiblemente relevantes para el desarrollo de la presente investigación.

Figura 1.

Flujograma del proceso de selección de investigaciones incluidas para el meta-análisis.



Investigaciones Relevantes

- ✓ La búsqueda de información inicial se consideró tomando en cuenta la base de datos para obtener fuentes de información confiables como ScienceDirect, Scielo, entre otros. Tomando en cuenta un total de 105 investigaciones.

- ✓ Las investigaciones tomadas en cuenta en la siguiente fase fueron evaluadas de acuerdo con los criterios de inclusión por el título y resumen de cada investigación. Descartando un total de 35 investigaciones que no fueron convenientes para la investigación.
- ✓ Luego de ello se consideró aplicando criterios de inclusión al texto completo (considerando ambas variables de investigación) descartar 62 investigaciones no compatibles para el meta-análisis. Estos fueron los puntos por los cuales fueron descartados:
 - Bioinsecticidas nanoencapsulados contra otras especies de plagas (10)
 - Datos insuficientes de eficiencia (26)
 - Tipo de publicación (14)
 - Aplicación de polímeros sintéticos no biodegradables (17)
- ✓ Por último, se incluyó solo 04 investigaciones (según criterios de inclusión) para ser evaluados para el meta-análisis.

En la tabla 6, se muestra las investigaciones incluidas de acuerdo a la escala Newcastle-Ottawa, estas fueron consideradas para la aplicación del meta-análisis y para determinar que los datos estadísticos cumplen con la hipótesis planteada.

Tabla 2.*AE nanoencapsulados aplicados para el control de la MB*

Autor (es)	Aceite esencial encapsulado	Tipo 1 de aceite esencial	Tipo 2 de aceite esencial	Concentración	Observaciones
PERES, et. al. (2020).	X	<i>Xylopi</i> (Hojas)	<i>aromatica</i> <i>Xylopi</i> <i>aromatica</i> (Frutos)	0,25% 0,50% 1,00% 1,50%	La referencia del tiempo se tomó 24 h después de aplicado el tratamiento y para la concentración. se realizó una conversión de unidades
OLIVEIRA, et. al. (2018)	X	Geraniol	-	0,25% 0,50% 1,00% 1,50%	La referencia del tiempo se tomó 24 h después de aplicado el tratamiento y para la concentración. se realizó una conversión de unidades
PEREIRA, et. al. (2018).	X	<i>Zanthoxylum</i> <i>riedelianum</i>	-	0,25% 0,50% 1,00% 1,50%	La referencia del tiempo se tomó 24 h después de aplicado el tratamiento y para la concentración. se realizó una conversión de unidades
CHRISTOFOLI, et. al. (2015)	X	<i>Zanthoxylum</i> <i>rhoifolium</i> (Rutaceae)	-	0,25% 0,50% 1,00% 1,50%	La referencia del tiempo se tomó 24 h después de aplicado el tratamiento y para la concentración. se realizó una conversión de unidades

Elaboración propia.

La tabla 2. representan los estudios con sus respectivos aceites esenciales (AE) como principal componente para la elaboración de los bioinsecticidas y sus concentraciones, debido a que las concentraciones mostraban datos en valores de mg/L, log (dosis). mL, se procedió a realizar la conversión a porcentaje (%) para que los datos sean homogéneos al realizar el análisis estadístico.

Tabla 3.

Principales Características de los estudios incluidos en la revisión

Nº	Referencia (autores)	Título de la investigación	Año	Técnica de encapsulación	Tipo de polímero(s)	Observaciones
1	PERES, et. al.	In natura y los aceites esenciales nanoencapsulados de <i>Xylopi</i> aromatica reducen la oviposición de <i>Bemisia tabaci</i> en <i>Phaseolus vulgaris</i>	2020	Nanoprecipitación	poli-ε-caprolactona (PCL)	Emplearon un polímero biodegradable
2	DE OLIVEIRA, et. al.	Geraniol encapsulado en nanopartículas de quitosano / goma arábica: un sistema prometedor para el manejo de plagas en la agricultura sostenible	2018	Emulsificación	Quitosano / goma arábica	Emplearon polímeros biodegradables
3	PEREIRA, et. al.	Caracterización de nanoesferas que contienen aceite esencial de fruta <i>Zanthoxylum riedelianum</i> y sus actividades insecticidas y disuasorias contra <i>Bemisia tabaci</i> (Hemiptera: Aleyrodidae)	2018	Nanoprecipitación	poli-ε-caprolactona (PCL)	Emplearon un polímero biodegradable

Nº	Referencia (autores)	Título de la investigación	Año	Técnica de encapsulación	Tipo de polímero(s)	Observaciones
4	CHRISTOFOLI, et. al.	Efecto insecticida de aceites esenciales nanoencapsulados de <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> (Rutaceae) en poblaciones de <i>Bemisia tabaci</i>	2015	Nanoprecipitación	Poli-ε-caprolactona (PCL)	Emplearon un polímero biodegradable

Elaboración propia.

En la tabla 3 según la revisión se muestra las investigaciones de los autores con sus respectivos títulos, año de publicación, técnica de encapsulación y los tipos de polímeros empleados para las encapsulaciones de los AE.

Tabla 4.

Características Físico-químicas de los estudios incluidos

Autor (es)	pH	Diámetro de la partícula (nm)	Potencial Zeta (mV)	Índice de polidispersidad	Eficiencia de encapsulación (%)
PERES, et. al. (2020).	5,43	124,42	-22,63	0,22	96,00
OLIVEIRA, et. al. (2018)	5,43	124,42	-22,63	0,22	96,00
PEREIRA, et. al. (2018).	6,43	118,55	-23,55	0,22	98,93
CHRISTOFOLI, et. al. (2015)	4,79	458,63	-27,12	-	97,80

Elaboración propia.

En la tabla 4 se muestran las principales características físico-químicas (pH, diámetro de la partícula, potencial zeta, índice de polidispersidad y la eficiencia de encapsulación) de cada aceite esencial nanoencapsulado empleado para la elaboración de los bioinsecticidas según cada autor en su investigación.

Tabla 5.

Mortalidad de la MB de los estudios incluidos.

Autor(es)	Mortalidad de la MB			Concentración de Dosis Letal media (%)	Observaciones
	%Huevos	%Ninfas	%Adultas		
PERES, et. al. (2020)	98.4	-	-	0.32	Se muestra el porcentaje promedio de mortalidad de la MB (huevos) y de Concentración de Dosis Letal media (CL50)
OLIVEIRA, et. al. (2018)	-	-	-	-	Los resultados mostraron que las nanopartículas árabes de quitosano / goma que contienen geraniol causaron un efecto de repelencia significativo en la MB adulta. (aplicado como medida de control).
PEREIRA, et. al. (2018).	70	82.87	-	-	Se evaluaron los porcentajes de mortalidad de MB (huevos, ninfas).
CHRISTOFOLI, et. al. (2015)	95.32	-	-	-	Solo se evaluó el porcentaje promedio de mortalidad de la MB (huevos).

Elaboración propia.

En la tabla 5 se mostraron los datos sustraídos de las investigaciones, donde se definió el promedio de la mortalidad de la MB en tres etapas de su ciclo de vida (huevos, ninfas y adultas) y la concentración letal 50 (CL50), siguiendo las revisiones determinadas.

Tabla 6: Criterio de Calidad metodológica de los estudios que fueron incluidos

Estudios	Criterios de calidad Newcastle-Ottawa modificada					Conclusión
	Selección		Comparabilidad		Resultados	
	Representatividad	Exposición	Porcentaje de mortalidad	Concentración	Eficiencia	
PERES, et. al. (2020).	★ ★	★ ★	★	★	★ ★ ★	Bajo riesgo
OLIVEIRA, et. al. (2018).	★	★ ★	-	★	★ ★	Alto riesgo
PEREIRA, et. al. (2018).	★ ★	★ ★	★	★	★ ★ ★	Bajo riesgo
CHRISTOFOLI, et. al. (2015).	★ ★	★	★	★	★ ★ ★	Bajo riesgo

Elaboración propia.

En la tabla 6, se muestra las investigaciones incluidas de acuerdo con la escala Newcastle-Ottawa. **Representatividad:** manifiesta si la muestra representa verdaderamente a los bioinsecticidas elaborados con AE nanoencapsulados para el control de la plaga de *Bemisia tabaci*, **Exposición:** evalúa si las características fisicoquímicas de los AE nanoencapsulados (concentración de AE nanoencapsulados como bioinsecticidas, pH, diámetro de la partícula, potencial zeta, índice de polidispersidad y eficiencia de encapsulación) antes mencionados, y si la aplicación de los estos fueron eficientes para la mortalidad de *Bemisia tabaci* en fase de huevos, **Porcentaje de mortalidad:** indica si las concentraciones de AE nanoencapsulados como bioinsecticidas causa la mortalidad de las moscas blancas (huevos), **concentración:** indican si el estudio elaboró distintas concentraciones para ser aplicados a las moscas blancas, **eficiencia** representa si el estudio logró un alto grado de mortalidad al aplicar bajas concentraciones de AE como bioinsecticidas.

META-ANÁLISIS

En la presente investigación se viene desarrollando a partir de la revisión sistemática, el meta-análisis para evaluar estadísticamente la eficiencia entre los estudios incluidos y determinar cuál resulta ser más eficiente entre ellos, utilizando los datos obtenidos de los mismos estudios.

Pruebas estadísticas

Se realizaron los análisis estadísticos de coeficiente de variabilidad (CV) y prueba de contraste de Tukey, para determinar lo siguiente:

ENTRE AUTORES PARA LA VARIABLE MB (HUEVOS)

Se evaluó el porcentaje de moscas blancas (huevos) vivas y muertas de los estudios de PERES, et. al. (2020); PEREIRA, et. al. (2018) y CHRISTOFOLI, et. al. (2015) después de haber aplicado la concentración de bioinsecticida en sus respectivos estudios.

Coeficiente de Variabilidad

Tabla 7.

Análisis de varianza para la MB (huevos)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	1,41131667	0,70565833	8,64	0,0081
ERROR	9	0,73525	0,08169444		
SUMA TOTAL	11	2,14656667			

CV = 29 %

Interpretación: En la tabla 7, se muestra el análisis de varianza para la MB (huevos) obteniendo como resultado un coeficiente de variabilidad de 29%, lo cual indica que los datos son distribuidos normalmente.

El valor Probabilidad de “r” dio como resultado 0,0081 lo cual indica que hay significancia entre los resultados de los autores.

PRUEBA DE CONTRASTE DE TUKEY

Tabla 8.

Prueba de contraste Tukey para porcentaje PROMEDIO de moscas blancas (huevos) vivas.

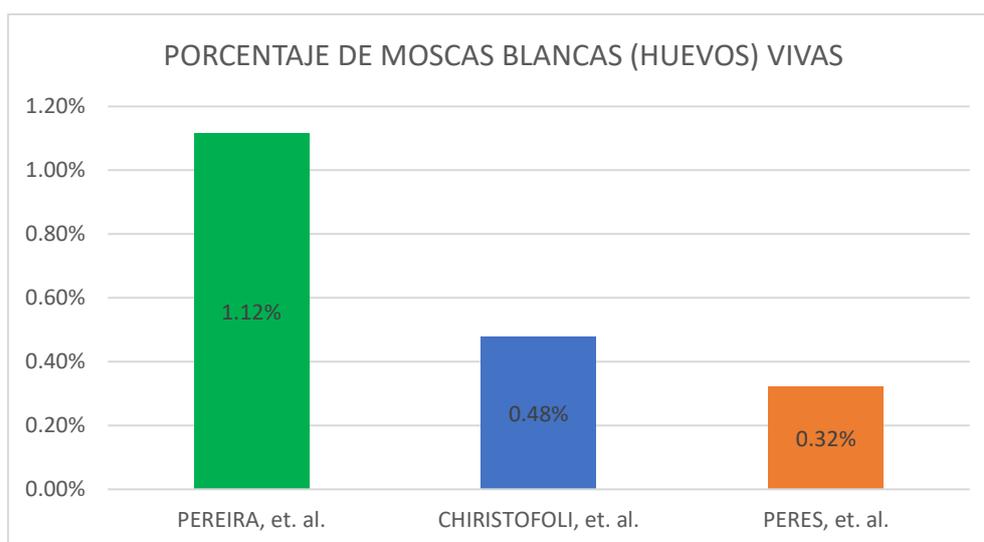
SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS	AUTORES
A	1,115	T2	PEREIRA, et. al.
B	0,4775	T3	CHRISTOFOLI, et. al.
B	0,3225	T1	PERES, et. al.

Elaboración Propia (SAS)

Interpretación: En la tabla 8 representa el nivel de significancia que existe entre los tres estudios, estableciendo el orden de cada estudio en base a la cantidad de porcentaje promedio obtenido para cada uno.

Figura 2.

Porcentaje promedio de moscas blancas (huevos) vivas.



Elaboración propia (Excel)

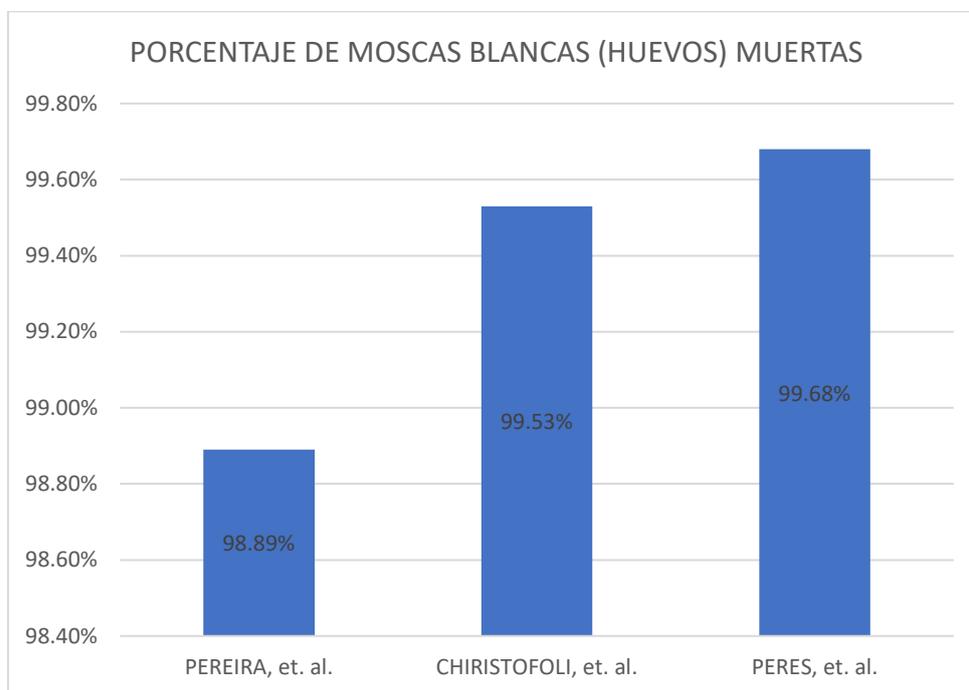
En la figura 2, representan los porcentajes promedio de moscas blancas (huevos) vivas de los estudios de Peres, et. al. (2020) obtuvo 0,32%, el de Cristofoli, et. al. (2015), obtuvo 0,48% y el de Pereira, et. al. (2018) obtuvo 1,11%.

Porcentaje promedio de mortalidad de la MB (huevos)

A efectos de poder representar gráficamente los datos de porcentaje de mortalidad de la MB (huevos), se tomó en cuenta los datos de porcentaje promedio de moscas blancas (huevos) vivas restándolo por el 100% del total de

moscas blancas que se usaron en cada investigación, obteniendo como resultado lo siguiente:

Figura 3: Porcentaje promedio de moscas blancas (huevos) muertas.



Elaboración propia (Excel)

En la figura 3 representan los porcentajes promedio de mortalidad de las moscas blancas (huevos), siendo la investigación de Peres, et. al. que obtuvo el mayor porcentaje con 99.68%, seguido de Christofoli, et. al. (2015) con 99.53% y Pereira, et. al. (2018) con 98.89%.

Entre autores para eficiencia según la Concentración

Se determinó estadísticamente la concentración más efectiva de bioinsecticidas de los 04 estudios incluidos, tomando en cuenta 04 tratamientos de concentraciones de 0.25%, 0.5%, 1% y 1.5% seleccionando solo 04 repeticiones para cada concentración en cada estudio.

Tabla 9.*Análisis de varianza para la eficiencia de las concentraciones*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	4	72,371675	24,1238917	1,39	0,2939
ERROR	12	208,5539	17,3794917		
SUMA TOTAL	15	280,925575			

CV= 4.34% - Elaboración propia (SAS)

Interpretación: En la tabla 9, representa el análisis de varianza para la eficiencia de la concentración obteniendo como resultado un coeficiente de variabilidad de 4.34%, lo cual indica que los datos son distribuidos normalmente.

Y una probabilidad de “r” = 0,2939, lo cual significa que los estudios no son significativos entre ellos.

PRUEBA DE CONTRASTE DE TUKEY**Tabla 10.***Prueba de contraste Tukey para la eficiencia para las concentraciones*

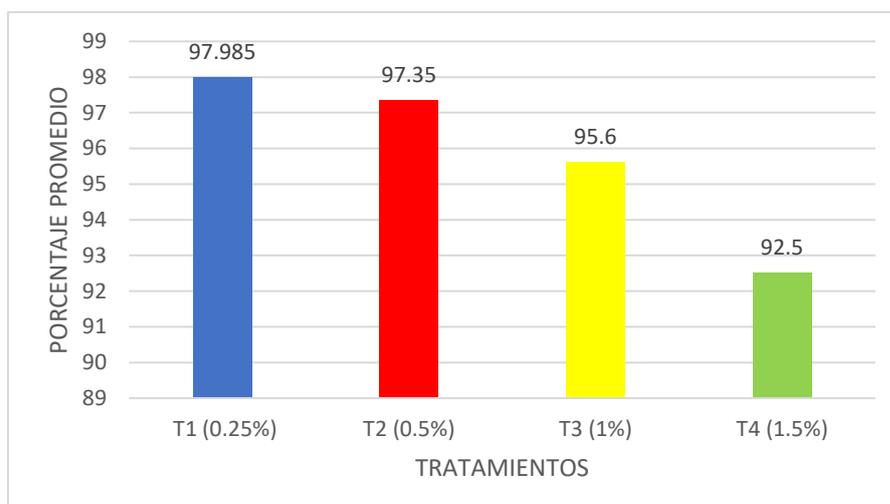
SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS	Concentración
A	97,985	T1	0.25%
A	97,35	T2	0.5%
A	95,6	T3	1%
A	92,5	T4	1.5%

Elaboración propia (SAS)

Interpretación: En la tabla 10, muestran el nivel de significancia que existe entre los estudios, estableciendo el orden de cada uno en base a la cantidad de porcentaje promedio obtenido para cada concentración.

Figura 4.

Porcentaje promedio para la eficiencia en dosis



En la figura 4 todos los autores demostraron en cada tratamiento que el mejor porcentaje de eficiencia se obtuvo en el tratamiento 1 (T1) que empleó una dosis de 0.25% obteniendo una eficiencia del 97.98%, y el menor porcentaje de eficiencia fue del tratamiento 4 (T4) que empleó la dosis más alta de 1.5% y obtuvo una eficiencia de 92.5%.

Eficiencia entre autores

Tabla 11.

Análisis de varianza de la eficiencia entre autores

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERETAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	13,612925	4,5376417	0,21	0,8898
ERROR	12	263,36165	21,9468042		
SUMA TOTAL	15	276,974575			

Elaboración propia (SAS)

CV = 4.89%

Interpretación: En la tabla 13, se muestra el análisis de varianza para la MB (huevos) obteniendo como resultado un coeficiente de variabilidad de 4.89%, lo cual indica que los datos son distribuidos normalmente.

La probabilidad de “r” es 0.8898, lo cual quiere decir que no hay significancia de eficiencia entre los estudios, siendo que todos muy similares.

PRUEBA DE CONTRASTE DE TUKEY

Tabla 12.

Eficiencia de dosis entre autores

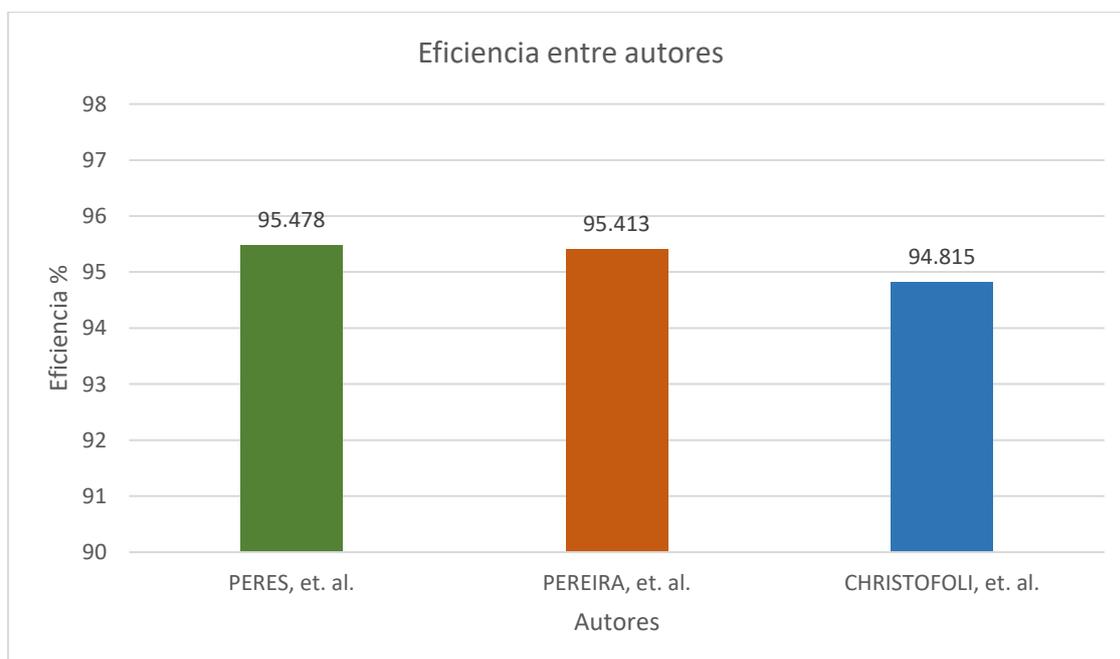
SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS	Autores
A	95,478	T1	PERES, et. al.
A	95,413	T2	PEREIRA, et. al. CHRISTOFOLI, et. al.
A	94,815	T3	

Elaboración propia (SAS)

En la tabla 14 muestran el nivel de significancia que existe entre los estudios, estableciendo el orden de cada uno en base a la cantidad de porcentaje promedio obtenido para la eficiencia.

Figura 5.

Porcentaje de eficiencia entre estudios



En la figura 5 se muestra la similitud de porcentajes entre los estudios, no habiendo un nivel de significancia entre ellos, pero el estudio de Peres, et. al. (2020) fue el que más alto porcentaje de eficiencia obtuvo con 95.47%, seguido de Pereira, et. al. (2018) con 95.41% y por último Christofoli, et. al. (2015) con 94.81%.

V. DISCUSIONES

Las 4 investigaciones incluidas se consideraron a partir de su calidad metodológica y la sinterización de sus resultados; de los cuales tres investigaciones de los autores Peres, et. al. (2020), Cristofoli, et. al. (2015) y Pereira, et. al. (2018) evaluaron la mortalidad de la MB en fase de huevos empleando bioinsecticidas con AE de *Xylopi* *aromatica*, *Zanthoxylum riedelianum* y *Zanthoxylum rhoifolium* (*Rutaceae*) respectivamente para cada autor. Y para evaluar la mejor concentración más efectiva de AE nanoencapsulados se emplearon a los cuatro estudios mencionados en la tabla 2.

Los resultados de las tablas para la MB (huevos), según el análisis de varianza nos indica que hay significancia entre los resultados de los autores entonces se puede afirmar según la hipótesis alternativa que al menos un tratamiento de un autor es diferente estadísticamente, lo cual se puede observar en la figura 1 y 2, donde la investigación de Peres, et. al. (2020), obtuvo un porcentaje de moscas blancas (huevos) vivas de 0.32% y una mortalidad de 99.68%, siendo el autor que mejor resultados ha mostrado, seguidamente de Cristofoli, et. al. (2015) que obtuvo un porcentaje de moscas blancas (huevos) vivas de 0.48% y una mortalidad de 99.53% y finalmente Pereira, et. al. (2018) obtuvo un porcentaje de moscas blancas (huevos) vivas de 1.12% y una mortalidad de 98.89%.

El estudio de Oliveira, et. al. (2018) no se consideró porque los datos de ese estudio no fueron representativos para este análisis (fase de huevos de la MB) y se utilizó solo como referencia.

Para el análisis estadístico de las concentraciones, según el análisis de varianza nos indica que no hay significancia entre los resultados de los autores, entonces se puede afirmar según la hipótesis nula que los tratamientos son iguales estadísticamente y no hay diferencias significativas.

Al margen del número de repeticiones que se hayan realizado en cada estudio, solo se consideraron cuatro repeticiones por cada uno de los cuatro tratamientos con concentraciones de 0.25%, 0.5%, 1% y 1.5% que utilizó cada

autor para determinar cuál es la concentración más efectiva en porcentaje promedio para todos los autores.

Los resultados obtenidos de las concentraciones nos indican una coincidencia en autores, es decir que a una menor concentración es mayor la eficiencia de cada tratamiento, siendo el tratamiento 1 con 0.25% la que obtuvo una mejor eficiencia con 97.98%, seguido del tratamiento 2 con 0.5% con una eficiencia del 97.35%, después el tratamiento 3 con 1% con una eficiencia de 95.6% y finalmente para el tratamiento 4 con 1.5% una eficiencia de 92.5%, entonces se puede afirmar que la concentración es inversamente proporcional con la eficiencia para demostrar el efecto biocida de cada bioinsecticida con aceite esencial nanoencapsulado contra la MB.

El tratamiento usado por Peres, et. al. (2020) para el bioinsecticida con AE nanoencapsulados de *Xylopiya aromatica*, fue el más eficiente con un 95.47% por encima de los demás, tomando en cuenta la relación entre la concentración de bioinsecticida y la mortalidad de la MB en estado de huevo, demostrando así su alta eficiencia en su efecto biocida, este estudio demostró la eficiencia del aceite esencial aplicados tanto en la naturaleza como en los aceites nanoencapsulados de *Xylopiya aromatica* como alternativa ecológica para el control químico de *Bemisia tabaci*.

En la eficiencia para los estudios, según el análisis de varianza nos indica que no hay significancia entre los resultados de los autores, entonces se puede afirmar según la hipótesis nula que los tratamientos son iguales estadísticamente y no hay diferencias significativas.

Se tomaron en cuenta la relación entre la concentración más eficiente y la mortalidad de la MB en fase de huevo, entonces podemos decir que:

El tratamiento usado por Pereira, et. al. (2018) para el bioinsecticida con AE nanoencapsulados de *Zanthoxylum riedelianum*, fue altamente eficiente con un 95.41%, siendo este estudio el más eficiente, además demuestra que las propiedades de este aceite esencial en nanoesferas puede optimizar el mantenimiento de AE en el campo a través de fotoprotección y liberación controlada, siendo posible como estrategia de manejo de *Bemisia tabaci*.

El tratamiento usado por Pereira, et. al. (2018) fue muy eficiente con 95.41%.

El tratamiento usado por Christofoli, et. al. (2015) para el bioinsecticida con AE nanoencapsulados de *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae), obtuvo el menor porcentaje de eficiencia 94.81%.

VI. CONCLUSIONES

- Podemos afirmar que las investigaciones incluidas acerca de la eficiencia de los AE nanoencapsulados como bioinsecticidas logran altos porcentajes de mortalidad para la MB en fase de huevos, haciendo la comparación de diversas concentraciones y un solo tiempo (24 horas) después de aplicado el bioinsecticida; siendo eficientes como alternativa ecológica a insecticidas convencionales.
- Se identificó cuatro investigaciones sobre los bioinsecticidas con AE nanoencapsulados para el control de las moscas blancas en fase de huevos.
- Las principales características físico-químicas de los bioinsecticidas con nanopartículas de AE encapsulados fueron pH, diámetro de la partícula (nm), potencial zeta (mV), índice de polidispersidad y la eficiencia de encapsulación (%), para cada una de las investigaciones incluidas.
- Las concentraciones de los AE nanoencapsulados para bioinsecticidas, fueron inversamente proporcional a menores concentraciones se identificó mayores porcentajes de mortalidad para la MB (huevos).
- Las investigaciones de Peres, et. al. (2020), Cristofoli, et. al. (2015) y Pereira, et. al. (2018) mostraron eficiencia para la mortalidad de *Bemisia tabaci*.
- El estudio de Peres, et. al. (2020) fue el único que demostró una eficiente concentración letal (CL50) contra la MB.

VII. RECOMENDACIONES

- Emplear otro software estadístico y emplear una mayor cantidad de tratamientos de diferentes concentraciones para obtener datos más precisos.
- Incluir una mayor cantidad de investigaciones durante la revisión sistemática, para una obtener resultados más consistentes.
- Considerar la mortalidad de la MB en sus demás fases de crecimiento (ninfas y adultas).
- Emplear investigaciones que comprendan otro tipo de biocidas para las plagas como: Biopesticidas, Biofungicidas, etc.

REFERENCIAS

AHMADI, ZEINAB, et al. *Achillea millefolium* essential oil and chitosan nanocapsules with enhanced activity against *Tetranychus urticae*. *Journal of Pest Science* [en línea]. Octubre 2018, 91 [Fecha de consulta: 16 mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0912-6>

ISSN: 1612-4766

CASTILLO, B., RUIZ, J. O., MANRIQUE, M. A., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete. *Revista Espacios*, 41(10). [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n10/20411011.html>

Cárdenas, Julián 2018: "Investigación cuantitativa", trAndeS Material Docente, No. 8, Berlín: trAndeS - Programa de Posgrado en Desarrollo Sostenible y Desigualdades Sociales en la Región Andina. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-216>

CHRISTOFOLI, Marcela, et al. Insecticidal effect of nanoencapsulated essential oils from *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae) in *Bemisia tabaci* populations. *Industrial Crops and Products* [en línea]. Agosto 2015, v.70 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.025>

ISSN: 0926-6690

CORRALES, Jordan, et al. Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Revista Agronomía Costarricense* [en línea]. Junio 2018, 42 n°2. [Fecha de consulta: 13 mayo del 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v42i2.33781>

ISSN: 0377-9424

DE OLIVEIRA, Jhones, et al. Geraniol Encapsulated in Chitosan/Gum Arabic Nanoparticles: A Promising System for Pest Management in Sustainable Agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [en línea]. Mayo 2018, v.66 n°21 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.8b00331>

ISSN: 0021-8561

DE OLIVEIRA, Jhones, et al. Hydrogels containing botanical repellents encapsulated in zein nanoparticles for crop protection. *Nano materials applied by ACS magazine* [en línea]. Diciembre 2019, v.3 n°1 [Fecha de consulta: 16 mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acsanm.9b01917>

ISSN: 2448-5691

DÍAZ-DÁVILA, Natalia; Sáenz, Aidé y Castañeda-Facio, Adali. Nanopartículas de TiO₂: Una revisión. *Revista CienciAcierta* [en línea]. Agosto 2020, v.64 [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: [NanoparticulasdeTiO2.pdf \(uadec.mx\)](#)

ISSN: 2683-1848

FAU, Christian y NABZO, Solange. Metaanálisis: bases conceptuales, análisis e interpretación estadística. *Rev. mex. oftalmol* [en línea]. 2020, vol.94, n.6 [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.24875/rmo.m20000134>.

ISSN: 2604-1227.

FERNANDEZ-CHINGUEL, José, et al. Aspectos básicos sobre la lectura de revisiones sistemáticas y la interpretación de meta-análisis. *Acta méd. Peru* [online]. 2019, v.36, n.2 [Fecha de consulta: 12 mayo del 2020], pp.157-169. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172019000200013&lng=es&nrm=iso

ISSN 1728-5917.

GÁMIZ, Beatriz. Uso de materiales nanoestructurados para modular el comportamiento de plaguicidas en el suelo. *DIGITAL.CSIC* [en línea]. Enero 2019. [Fecha de consulta: 07 de junio de 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/186028>

HAYLES, John, et al. Nanopesticides: a review of current research and perspectives. *New Pesticides and Soil Sensors* [en línea]. Febrero 2017 [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804299-1.00006-0> ISBN: 978-0-12-804299-1

HELGESON, Mateo. Colloidal behavior of nanoemulsions: Interactions, structure, and rheology. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* [en línea]. Octubre 2016, v.25. [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2016.06.006>

ISSN: 1879-0399

HERNÁNDEZ, Fabian OROZCO, Fernando. 2020 Nanoformulaciones De Bioinsecticidas Botánicos Para El Control De Plagas Agrícolas. *Revista de la Facultad de Ciencias*. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/81401>.

QUISPE, Antonio M.; HINOJOSA-TICONA, Yessica; MIRANDA, Herbert A. y SEDANO, Claudia A.. Serie de Redacción Científica: Revisión Sistemática. *Rev. Cuerpo Med. HNA* [online]. 2021, v.14, n.1 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020], pp.94-99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaa.2021.141.906>

ISSN 2225-5109

KUMAR, Sandeep, et al. Nano-based smart pesticide formulations: Emerging opportunities for agriculture, *Journal of Controlled Release*, v294, 2019, p.131-153 [Fecha de consulta: 02 junio del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2018.12.012>.

ISSN 0168-3659

LAMMARI, Narimane, et al. Encapsulation of Essential Oils via Nanoprecipitation Process: Overview, Progress, Challenges and Prospects. *Pharmaceutics* [en línea]. Mayo 2020, v.12 n°5 [Fecha de consulta: 02 junio del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12050431>

ISSN: 1999-4923

LIRA, Ricardo, et al. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria* [en línea]. Mayo 2018, v.28 n°2 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/416/41655593002/html/>

LUGO, Lorena. NANOENCAPSULACIÓN DE ACEITES ESENCIALES PARA EL CONTROL DE *Aedes aegypti*. Tesis (Título de doctor). Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, 2018. 12 pp. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/17642>

MEDEIROS, Larissa, et al. Alternative Biodefensive based on the Essential Oil from *Allium sativum* Encapsulated in PCL/Gelatin Nanoparticles. *Journal of Food Engineering and Technology* [en línea]. Diciembre 2019, v.8 n°2 [Fecha de consulta: 02 junio del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.32732/jfet.2019.8.2.65>

ISSN: 2051-7734

MONJARÁS, Ana. et al. Diseños de Investigación. Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo [en línea]. Diciembre 2019, v.8 n°15, [Fecha de consulta: 10 junio del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i15.4908>

ISSN: 2007-4573

PADILLA, Virginia. Bioinsecticidas. Trabajo de Fin de Grado (egresado en Biología). Tenerife: Universidad de La Laguna, 2017. 6 pp. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/4277/Bioinsecticidas.pdf>

PASCOLI, Mónica, et al. The potential of nanobiopesticide based on zein nanoparticles and neem oil to improve the control of agricultural pests. *Journal of Pest Science* [en línea]. Enero 2020, 93 [Fecha de consulta: 14 mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01194-x>

ISSN: 1612-4766

PERES, Marília, et al. In natura and nanoencapsulated essential oils from *Xylopiá aromática* reduce oviposition of *Bemisia tabaci* in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Pest Science* [en línea]. Enero 2020, v.93 [Fecha de consulta: 14 mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01186-6>

ISSN: 1612-4766

PEREIRA, Karla, et al. Characterization of Nanospheres Containing *Zanthoxylum riedelianum* Fruit Essential Oil and Their Insecticidal and Deterrent Activities against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Molecules* [en

línea]. Agosto 2018, 23 n°8. [Fecha de consulta: 14 mayo del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/moleculas23082052>

ISSN: 1420-3049

RODRIGUEZ-MONTERO, Lucía; BERROCAL-JIMENEZ, Alexander; CAMPOS-RODRIGUEZ, Rooel and MADRIZ-MARTINEZ, Mairon. Determinación de la actividad biocida de extractos vegetales para el combate de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Tecnología en Marcha* [En línea]. 2020, vol.33, n.3 [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i3.4373>.

ISSN 0379-3982

STASHENKO, Elena. El desarrollo y perspectivas de la industria de aceites esenciales en Colombia. *Memorias Institucionales UIS* [en línea]. Octubre 2019, v1 n°1 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/memoriasuis/article/view/10068>

TAMAYO y Tamayo, Mario. El proceso de la investigación científica [en línea]. Ciudad de México: Grupo Noriega Editores, 2003 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Capítulo 3. Metodología de la Investigación. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf

ISBN: 968-18-5872-7

TANG, CHUNXIA, PUN, JASON, MOHAMED, AHMED and TAM, KAM, 2019, Polydopamine microcapsules from cellulose nanocrystal stabilized Pickering emulsions for essential oil and pesticide encapsulation. *sciencedirect* [online]. 2019. [Accessed 5 June 2019]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775719302432?via%3Dihub>

VILLENA, Elena y GARCÍA-ESTEPA, Rosa. Nanotechnology in the agrofood industry. *Journal of Food Engineering* [en línea]. Diciembre 2018, v.238 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.05.024>

ISSN: 1873-5770

Vite-Vallejo, O.; Barajas-Fernández, M.G.; Saavedra-Aguilar, M.; Cardoso-Taketa, A. Insecticidal effects of ethanolic extracts of *Chenopodium ambrosioides*, *Piper nigrum*, *Thymus vulgaris*, and *Origanum vulgare* against *Bemisia tabaci*. *Southwest Entomol.* 2018, 43, 383–393.

<https://doi.org/10.3958/059.043.0209>

WANG, Gang. Nanotechnology: The new features. *arXiv preprint arXiv:1812.04939* [en línea]. 2018, v.1 [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1812.04939>

WANI, T. A., et al. Nanoencapsulation of Agrochemicals, Fertilizers, and Pesticides for Improved Plant Production. In *Advances in Phytotechnology*. Elsevier Inc. [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12815322-2.00012-2>

WELLS, George, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Ottawa: Ottawa Hosp Resea Insti. [en línea]. 2014. Disponible en: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Problema General	Objetivo General	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
¿Cuál será según la revisión sistemática y el meta-análisis la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de <i>Bemisia tabaci</i> ?	Determinar según la revisión sistemática y el meta-análisis la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de <i>Bemisia tabaci</i>	La revisión sistemática y el meta-análisis nos permitirá verificar la eficiencia de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de <i>Bemisia tabaci</i> .	Independiente: Revisión sistemática y meta-análisis de la eficiencia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados	Recopilación de la información	Fuente primaria	# de tesis, trabajos de	
	Fuente secundaria				# revistas científicas		
¿Cuáles serán las fuentes para la recopilación de información para la revisión sistemática?	Identificar las fuentes para la recopilación de información para la revisión sistemática			Revisión de las características físico-químicas	R.S. de las concentraciones de los bioinsecticidas	pH	Escala
						Potencial zeta (ZP)	mV
¿Cuáles las características físico-químicas de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión?	Determinar las características físico-químicas de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión					Diámetro de partícula (PD)	Nm
						Índice de polidispersidad (Pd)	Nominal
¿Cómo serán las concentraciones de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión?	Determinar las concentraciones de los bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados, de las investigaciones incluidas en la presente revisión			Eficiencia de encapsulación (EE%)	%		
				Dosis	mL		
				Tiempo	Horas		
¿Cuáles son las investigaciones que demuestran mayor eficiencia para la mortalidad de <i>Bemisia tabaci</i> ?	Identificar las investigaciones que demuestran mayor eficiencia para la mortalidad de <i>Bemisia tabaci</i>		Dependiente: Mortalidad de la mosca blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>)	Muertos	%		
				Tasa de mortalidad de <i>Bemisia tabaci</i> (huevos y ninfas)	Vivos	%	
¿Cuáles son las investigaciones que demuestran una eficiente concentración letal 50 (CL50) contra la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)?	Identificar las investigaciones que demuestran una eficiente concentración letal (CL50) contra la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).			Letalidad para el control de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Dosis Letal media (CL50)	%	

Anexo 2. Validación de Instrumentos



SOLICITUD: Validación de instrumentos de recojo de información.

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo.

Nosotros, Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan, identificados con DNI N° 72048642 y N° 47133743 respectivamente, alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Revisión sistemática y meta-análisis de la eficiencia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de *Bemisia tabaci* – 2020”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 01 de junio de 2020.



Cadenillas Salinas, Steven Samuel

72048642



Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan

47133743

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente / Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Nombre del Instrumento: Fichas de recopilación de información para la revisión sistemática y meta-análisis.
- 1.4. Autor(es) del Instrumento: Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cadenas Soria, Jhoselyn Susan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE LA VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de junio del 2020.



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI: 01066653
 CIP: 43444

SOLICITUD: Validación de instrumentos de recojo de información.

Dr. Wilmer Samuel Quijano Pacheco.

Nosotros, Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan, identificados con DNI N° 72048642 y N° 47133743 respectivamente, alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Revisión sistemática y meta-análisis de la eficiencia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de *Bemisia tabaci* – 2020”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 01 de junio de 2020.



Cadenillas Salinas, Steven Samuel

72048642



Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan

47133743

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Dr. Wilmer S. Quijano Pacheco.
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente / Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Nombre del Instrumento: Fichas de recopilación de información para la revisión sistemática y meta-análisis.
- 1.4. Autor(es) del Instrumento: Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cadenas Soria, Jhoselyn Susan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE LA VALORACIÓN:

90 %

Lima, 01 de junio del 2020.



Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco
DNI N° 06082600

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Cesar Eduardo Jiménez Caldero.

Nosotros, Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan, identificados con DNI N° 72048642 y N° 47133743 respectivamente, alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Revisión sistemática y meta-análisis de la eficiencia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsulados para el control de Bemisia tabaci – 2020”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 18 de junio de 2020.



Cadenillas Salinas, Steven Samuel
72048642



Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan
47133743

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Cesar Eduardo Jiménez Caldero
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento: Fichas de recopilación de información para la revisión sistemática y meta-análisis.
- 1.4. Autor(es) del Instrumento: Cadenillas Salinas, Steven Samuel y Cárdenas Soria, Jhoselyn Susan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Lima, 13 de junio del 2020
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CIP-LIMA 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°

Tabla 1. Aceites esenciales nanoencapsulados y sus concentraciones aplicados para el control de la mosca blanca.

Autor (es)	Aceite esencial encapsulado	Tipo 1 de aceite esencial	Tipo 2 de aceite esencial	Concentración		Observaciones
				Dosis (mg*mL ⁻¹)	Tiempo (horas)	

Elaboración propia

Tabla 2. Investigaciones incluidas en la revisión sistemática.

Nº	Autor (es)	Título de la investigación	Año	Técnica de encapsulación	Tipo de polímero(s)	DOI

Elaboración propia



Dr. César Esteban Jiménez Colón
FOLIO DE REGISTRO DEL PERÚ
CP N° 42009



Dr. Jorge Leonardo Jara Nakayo
CP N° 43444



Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco
DNI N° 06082600

Tabla 3. Características Físico Químicas de los aceites esenciales nanoencapsulados.

Autor (es)	pH	Diámetro de la partícula (nm)	Potencial Zeta (mV)	Índice de polidispersidad	Eficiencia de encapsulación (%)

Elaboración propia

Tabla 4. Mortalidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Autor(es)	Mortalidad de la mosca blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>)			Observaciones
	%Huevos	%Ninfas	%Adultas	

Elaboración propia



Dr. César Esteban Jiménez Cullerón
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CP-UMBA 42000



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
CIP N° 43444



Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco
DNI N° 06082600

Tabla 5. Dosis Letal media (CL50) y Dosis Letal (DL)

Autor(es)	Dosis Letal media 50		Concentración de Dosis Letal	Observaciones
	Tipos	%huevos		

Elaboración propia

Tabla 6. Criterio de Calidad metodológica de los estudios que fueron incluidos

Estudios	Criterios de calidad Newcastle-Ottawa modificada				Total
	Selección		Resultado		
	Representatividad	Exposición	Porcentaje de mortalidad	Concentración	



Dr. Cesar Esteban Jimenez Calero
FOLIOBO DE INGENIEROS DEL PERU
C/UMBA 42005



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
CIP N° 43544



Dr. Wilber Samuel Quijano Pacheco
DNI N° 06082600

Matriz de Operacionalización de variables

	Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
INDEPENDIENTE	Revisión sistemática y meta-análisis de la eficacia de bioinsecticidas con nanopartículas de aceites esenciales encapsuladas	Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Objetivamente aportan en sintetizar la información científica disponible, incrementar la validez de los estudios e identificar posibles áreas de investigación (Ferreira et. al., 2011). Mientras que, el metanálisis es un mecanismo de resumen de múltiples estudios relacionados con una pregunta específica (Giménez, 2012). Los bioinsecticidas son sustancias que poseen una acción biocida debido a sus características químicas, con la función de proteger las plantas y eliminar los insectos indeseables o dañinos, respetando el ambiente y la salud (Cortés, 2011). Las nanopartículas son producto de diversos métodos físicos como químicos, ya que estos poseen simplicidad en sus procedimientos y versatilidad, siendo las especies de bacterias y plantas sintetizadoras de nanopartículas o aportan en el proceso de su producción (Panpatte et. al., 2016).	De acuerdo a la revisión sistemática, los autores que bajo los criterios de inclusión emplean diversos métodos para la elaboración de nanopartículas en síntesis que permiten la encapsulación de moléculas, entre los métodos de síntesis de nanopartículas fueron considerados los métodos de: Emulsión/evaporación; doble o múltiple emulsión; difusión de emulsificación y de Nanoprecipitación. Para luego realizar un análisis estadístico de trabajos parecidos.	Recopilación de la información	Fuente primaria	# de tesis, trabajos de investigación
					Fuente secundaria	# revistas científicas
				Revisión de las características físico-químicas	pH	Escala
					Potencial zeta (ZP)	mV
					Diámetro de partícula (PD)	Nm
					Índice de polidispersidad (PdI)	Nominal
					Eficiencia de encapsulación (EE%)	%
					R.S. de las concentraciones de los bioinsecticidas	Tipo de planta
				Dosis		mL
				Tiempo		Horas
DEPENDIENTE	Mortalidad de la mosca blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>)	La mortalidad en plagas se define como el control de insectos, por medio del aumento de la tasa de mortalidad, con el fin de prevenir o evitar que la población aumente hasta llegar a la capacidad de carga del cultivo (Mejía y Mesa, 2016). Es por ello, que se busca disminuir la población de las plagas de <i>Bemisia tabaci</i> ya que estas afectan de manera significativa varios tipos de herbáceas y no controlar su crecimiento poblacional perjudicaría el cultivo en su totalidad.	Según la revisión sistemática de las investigaciones incluidas, se tomó en cuenta el porcentaje de mortalidad y características de <i>Bemisia tabaci</i> en estado ninfal.	Tasa de mortalidad de <i>Bemisia tabaci</i> (huevos y ninfas)	Muertos	%
				Características para el control de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Vivos	%
					Dosis Letal media (CL50)	ppm
					dosis letal	ppm