



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Mortalidad de la periplaneta americana y Blatella germanica por efecto de los entomopatógenos Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Loayza Aramburu, Gerson (orcid.org/0000-0002-6167-731X)

Mallma Perez, Benji Anthony (orcid.org/0000-0003-3365-0598)

**ASESOR:**

MSc. Solorzano Acosta, Richard Andi (orcid.org/0000-0003-3248-046X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión Ambiental

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2021

### **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Ana Amelia Aramburu cerrón y a mi padre Julio Cesar Loayza Guerrero, por ser mi mayor motivación y fuerza para lograr mis objetivos.

Loayza Aramburu Gerson

### **DEDICATORIA**

A mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

Mallma Pérez Benji Anthony

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que me acompañaron en este largo camino en mi formación profesional porque todas las experiencias vividas me permitieron darme cuenta en donde estoy y donde quiero llegar, a mi universidad a mis docentes por todos los conocimientos y experiencias vividas en las aulas y en campo.

Loayza Aramburu Gerson

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por todo lo anterior en conjunto con todos los copiosos conocimientos que me ha otorgado.

Mallma Pérez Benji Anthony



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mortalidad de la Periplaneta americana y Blatella germanica por efecto de los entomopatógenos Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis", cuyo autor es LOAYZA ARAMBURU GERSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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 la 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, 31 de Enero del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI DNI: 45283270 ORCID: 0000-0003-3248-046X	Firmado electrónicamente por: RSOLORZANOAC el 31-01-2022 14:23:22

Código documento Trilce: TRI - 0287344





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mortalidad de la Periplaneta americana y Blatella germanica por efecto de los entomopatógenos Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis", cuyo autor es MALLMA PEREZ BENJI ANTHONY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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 la 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, 31 de Enero del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SOLORZANO ACOSTA RICHARD ANDI DNI: 45283270 ORCID: 0000-0003-3248-046X	Firmado electrónicamente por: RSOLORZANOAC el 31-01-2022 14:23:41

Código documento Trilce: TRI - 0287391





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, LOAYZA ARAMBURU GERSON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mortalidad de la Periplaneta americana y Blatella germanica por efecto de los entomopatógenos Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada 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 la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GERSON LOAYZA ARAMBURU <b>DNI:</b> 47356456 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6167-731X	Firmado electrónicamente por: GLOAYZAAR el 31-01- 2022 18:11:15

Código documento Trilce: TRI - 0287346





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, MALLMA PEREZ BENJI ANTHONY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mortalidad de la Periplaneta americana y Blatella germanica por efecto de los entomopatógenos Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada 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 la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
BENJI ANTHONY MALLMA PEREZ <b>DNI:</b> 48310045 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3365-0598	Firmado electrónicamente por: BMALLMAP el 31-01- 2022 17:13:38

Código documento Trilce: TRI - 0287392



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	9
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2 Variables y operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Procedimientos .....	13
3.5 Método de análisis de datos.....	21
3.6 Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	36
VI. CONCLUSIONES .....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Insecticidas utilizados para el control de cucarachas ( <i>P.americana</i> , <i>B.germanica</i> ) .....	10
<b>Tabla 2.</b> Variables: Entomopatogeno y Actividad insecticida .....	12
<b>Tabla 3.</b> Procedimiento de los tratamientos .....	20
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado .....	23
<b>Tabla 5.</b> Análisis descriptivo y diferencia estadística entre tratamientos.....	23
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado .....	24
<b>Tabla 7.</b> Análisis descriptivo y de diferencia estadística entre tratamientos.....	25
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado .....	26
<b>Tabla 9.</b> Análisis descriptivo y diferencias estadística entre tratamientos.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cucaracha <i>Periplaneta americana</i> con 60 días de vida .....	14
<b>Figura 2.</b> Cucaracha <i>Blatella germanica</i> con 60 días de vida.....	15
<b>Figura 3.</b> Unidades experimentales conteniendo la especie <i>P.americana</i> .....	15
<b>Figura 4.</b> Unidades experimentales conteniendo la especie <i>B.germanica</i> .....	16
<b>Figura 5.</b> Insecticida biológico Yurak de 200 gr de <i>Beauveria bassiana</i> .....	16
<b>Figura 6.</b> Insecticida biológico Bioinsect de 500 ml <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	17
<b>Figura 7.</b> Insecticida químico Precision Health de 1 Lt <i>alfacipermetrina</i> .....	17
<b>Figura 8.</b> Insecticida Yurak preparado, con 20 gr de <i>Beauveria bassiana</i> diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual.....	18
<b>Figura 9.</b> Insecticida Bioinsect preparado, con 2.5 ml de <i>Bacillus thuringiensis</i> diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual .....	19
<b>Figura 10.</b> Insecticida Precision health, con 2.5 ml de <i>alfacipermetrina</i> diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual.....	19
<b>Figura 11.</b> Ficha de recolección de datos.....	21
<b>Figura 12.</b> Resultados de mortalidad en 24 horas, 48 horas y 72 horas por tipo de insecticida y especie de cucaracha .....	28
<b>Figura 13.</b> Cucaracha <i>P.americana</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Yurak.....	30
<b>Figura 14.</b> Cucaracha <i>B.germanica</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Yurak.....	31
<b>Figura 15.</b> Cucaracha <i>P.americana</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Bioinsect .....	32
<b>Figura 16.</b> Cucaracha <i>B.germanica</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Bioinsect .....	33
<b>Figura 17.</b> Cucaracha <i>P.americana</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Precision health.....	34
<b>Figura 18.</b> Cucaracha <i>B.germanica</i> muertas después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Precision health.....	35

## RESUMEN

El uso excesivo de insecticidas viene impactando de forma negativa la salud y el medio ambiente por los componentes tóxicos presentes en su elaboración, estos mismos han desarrollado cierto grado de resistencia en los insectos plagas; como las cucarachas, proliferantes en el planeta, portadoras de enfermedades que generan insalubridad en entornos donde la higiene, limpieza prima un papel fundamental. El objetivo es analizar la mortalidad de *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* por efecto de los entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*. Se utilizaron 180 cucaracha 90 *P. americana*, 90 *B. germanica*, divididas en 18 unidades experimentales, colocando en cada (u/e) 10 cucarachas, aplicando tres tipos de tratamientos insecticidas, Yurak 20 gr de *B. bassiana*, Bioinsect 2.5 ml de *B. thuringiensis* Precision health 2.5 ml de alfacipermetrina, diluida en 500 ml de agua, finalizado el tratamiento 72 horas después, los datos contabilizados se procesaron estadísticamente, Yurak (86.6 %), Bioinsect (100%), Precision health (100%) de mortalidad. Se determinó que Bioinsect se comporta igual que Precisión health sin importar el tipo de cucaracha estos actúan con porcentajes similares de mortalidad, aunque Yurak su porcentaje sea menor también se recomienda emplearlo con el fin de rotar la aplicación de un tipo de insecticida generando un porcentaje de mortalidad nada despreciable.

**Palabras clave:** Cucarachas, entomopatógeno, mortalidad, insecticida.

## ABSTRACT

The excessive use of insecticides has been negatively impacting health and the environment due to the toxic components present in its preparation, these have developed a certain degree of resistance in pest insects; such as cockroaches, proliferating on the planet, carriers of diseases that generate unhealthy environments where hygiene and cleanliness play a fundamental role. The objective is to analyze the mortality of *Periplaneta americana* and *Germanic Blatella* as a result of the entomopathogens *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*. 180 cockroaches, 90 *P. americana*, 90 *B. Germanica* were used, divided into 18 experimental units, placing 10 cockroaches in each (u / e), applying three types of insecticidal treatments, Yurak 20 gr of *B. bassiana*, Bioinsect 2.5 ml of *B. thuringiensis* Precision health 2.5 ml of alphacypermethrin, diluted in 500 ml of water, after the treatment was finished 72 hours later, the recorded data were statistically processed, Yurak (86.6%), Bioinsect (100%), Precision health (100%) de mortality. It was determined that Bioinsect behaves the same as Precision health regardless of the type of cockroach, these act with similar percentages of mortality, although Yurak its percentage is lower, it is also recommended to use it in order to rotate the application of a type of insecticide generating a percentage of not inconsiderable mortality.

Keywords: Cockroaches, entomopathogen, mortality, insecticide.

## I. INTRODUCCIÓN

La *Periplaneta americana* es la plaga doméstica mugrienta más grande y desagradable que se propaga por los países tropicales del mundo. Causan daños desagradables a los materiales domésticos y los productos almacenados. Son plagas altamente dañinas en todo el mundo en términos de posibles problemas de salud y costos de control de plagas. (Varela et al., 2021, p. 40). La especie de cucaracha *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* exhiben una capacidad de reproducción y una adaptabilidad ambiental muy fuertes y como resultado se encuentran como plagas en hogares, hospitales, medios de transporte y áreas residenciales en todo el mundo, como portan patógenos virales y bacterianos en sus cuerpos y en heces, estas plagas producen serios problemas hacia la salud como diarrea disentería, asma y alergias. (Wenbin liu et al., 2020 , p. 35).

Para el control de las cucarachas, se han estudiado ampliamente el ácido bórico y los insecticidas químicos; sin embargo, se ha informado de resistencia a las cucarachas a algunos compuestos como *Bendiocarb*, *Cipermetrina*, *Permetrina*, *Propoxur* y *Clorpirifos* (Maketon, et al., 2014, p. 27), así como la contaminación que generan estos compuestos químicos al medio ambiente. Se han probado algunos parasitoides para el control biológico de las etapas grávidas de las cucarachas, entre estos parasitoides los micóptidos pueden ser ideales para el biocontrol de cucarachas porque el hábitat de estos insectos promueve la infección fúngica inicial y su posterior propagación, *Beauveria bassiana* un hongo entomopatógeno natural ha ocupado un lugar importante en el manejo de plagas, es el parásito más versátil capaz de atacar a su huésped y penetra en el huésped en varias etapas de desarrollo desempeñan un rol importante y necesario en el control biológico de la población de plagas de insectos constituyen el grupo más grande de control de plagas de insectos. (Pacheco et al., 2019 , p. 51).

Según Yuan Pan y Zhang. (2019) indica que, la “*B. germanica* son insectos plagas que producen efectos insalubres en interiores de todo el mundo y amenaza gravemente nuestra salud” (p.11). El rápido desarrollo de la resistencia a los insecticidas, el control biológico se ha denominado eficientemente en la estrategia más prometedora para el control de las cucarachas.

En lo cual nos centramos en los últimos avances en el uso de los siguientes materiales y metodología a tratar para el biocontrol de la cucaracha. Las bacterias entomopatógenas, virus, hongos, enemigos naturales, sustancias derivadas de plantas y nematodos, poniéndolos en perspectiva con otros puntos de vista a discutir, y proponer o discutir nuevas ideas sobre cómo mejorar la eficacia insecticida de los entomopatógenos, como la construcción y desarrollo de microorganismos, la utilización combinada de patógenos y pesticidas químicos o agentes sinérgicos. (Valente y Da Costa, 2018, p. 39).

La cucaracha *B. germanica*, es una plaga que provoca focos infecciosos y afecta la salud, La cucaracha alemana *Blattella germanica*, es una plaga importante en la salud exteriores húmedos, sombreados y sucios, donde están verdaderamente expuestos a una variedad de microorganismos y fácilmente pueden causar contaminación de los alimentos y también causar enfermedades. Como vector biológico ideal, la cucaracha puede adquirir y transmitir mecánicamente gran variedad de diversos patógenos humanos que incluyen predominantemente bacterias y hongos. (Georgis y Kaya, 2021, p.104).

Es importante indicar que la cucaracha, la cucaracha *B. germanica* generalmente se esconde en el interior y vive muy cerca de los humanos, por lo que no sería muy realista aplicar otros métodos para el control de cucarachas en interiores. Debido a que los demás métodos tienen una gran capacidad de vuelo y son capaces de buscar huéspedes activamente (Yuan Pan y Zhang, 2019, p. 25).

Las cucarachas americanas y alemanas, son plagas que pueden amenazar y causar un daño a la salud humana. La cucaracha americana *P. americana* (*Blattidae*), es la más grande de las cucarachas que infestan y residen las casas, mientras que la cucaracha *B. germanica* (*Blattellidae*), es más pequeño. Ambas plagas llamadas como cucarachas se han extendido por todo el mundo a través del comercio. Ambas cucarachas pueden contaminar los alimentos con enfermedades bacterianas que provocan intoxicación alimentaria, disentería y diarrea, y las dos cucarachas pueden causar asma infantil. Para el control de las cucarachas, se han estudiado ampliamente el ácido bórico y los insecticidas químicos.

Sin embargo, se ha informado y divulgado de la resistencia a las cucarachas a algunos compuestos como bendiocarb, cipermetrina, permetrina, propoxur y clorpirifos (Zulfiana, et al., 2018, p. 64).

Por tal motivo, se plantean las siguientes problemáticas:

## PROBLEMA

¿Cuál es el porcentaje de mortalidad producida hacia la cucaracha *Periplaneta americana* y *Blatella germanica* por efecto de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*?

## HIPÓTESIS

Los entomopatógenos *Beauveria Bassiana* y *Bacillus thuringiensis* generan efectos de mortalidad sobre la cucaracha *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*

## OBJETIVO

Analizar la mortalidad de la cucaracha *Periplaneta americana* y *Blatella germanica* por efecto de los entomopatógenos *Beauveria Bassiana* y *Bacillus thuringiensis*.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la eficacia entomopatógena de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* sobre la cucaracha *Blatella germanica* y *Periplaneta americana*.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad que generan los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* en la cucaracha *Blatella germanica* y *Periplaneta americana*.

## JUSTIFICACIÓN

- A manera de justificación, el trabajo de investigación se realizará con el fin de contribuir conocimientos mediante el desarrollo de la experimentación, ya que de esta manera los datos obtenidos serán analizados y contrastados con la información encontrada en otras investigaciones de este tipo, experimental biológico.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la humanidad las cucarachas representan una de las principales insecto plagas urbanas a nivel mundial, estas por ser organismos transmisores de otros microorganismos patógenos e infecciosos, además que este también puede inducir a generar reacciones alérgicas a individuos susceptibles. Actualmente se conocen más de 45 tipos de patógenos que llegan a transmitirse a través de las patas, heces y regurgitaciones (Mudoj, et al., 2017, p. 151). Por lo cual para su control se suministra pesticidas químicos, pero también se ha observado el desarrollo de resistencia a estos pesticidas, por lo que se dificulta su control, ya su vez de ser tóxicos para el ser humano, y el ambiente y otros insectos no blanco. En el control con otros químicos inorgánicos, que en su mayoría son desecadores, es adecuado y también poco tóxico, pero de menor efectividad, (Rayas, et al., 2016, p. 55). El empleo de bacterias y hongos entomopatógenos en el control de cucarachas, plagas urbanas han sido dirigidas a aquellas especies que tiene de importancia dentro de la salubridad pública. Se ha comprobado que las cucarachas llegan a ser susceptibles a estos dos tipos de especies de entomopatógenos, la *Beauveria bassiana* que es un hongo y al *Bacillus thuringiensis* que es una bacteria entomopatógena. (Kavallieratos, et al., 2015, p.29).

La *Beauveria bassiana* es un microorganismo que se caracteriza por tener un micelio blanco, conidióforos sencillos, irregulares, esta es una de las especie que más son estudiadas, dentro de su grupo que son los hongos entomopatógenos (Ep), y a su vez se ha reportado su empleo en el control biológico de cucarachas de la especie *Blattella germanica*, donde se aplican esporas y estas ingresan a la cucaracha infectándola para luego generar alteraciones al organismo de cucaracha para luego gradualmente ir ocasionándole la muerte.( Zhang et al., 2018, p. 5). En la actualidad existe una patente de un producto elaborado a base de *B. bassiana* que consta de estaciones de puntos de contacto donde la cucaracha se infecta al momento de pasar por estas (Rumbos y Athanassiou, 2016, p.33). Lo que denota de que es necesario efectuar otros tipos investigaciones que estén dirigidas hacia el control biológico de *P. americana*, a pesar de que al emplear la *Beauveria bassiana* ha demostrado resultados provechosos para el control biológico de este tipo de plagas, presenta una mínima desventaja, en que el hongo entomopatógeno

provoca una muerte lenta y tal vez, desagradable a la vista del consumidor, ya que el insecto al ser infectado presente una apariencia blancuzca - algodonosa, característica propia del micelio del hongo (Ep), estos aspectos genera dificultad que productos elaborados a base de este hongo sean comercializados y aceptados por la sociedad, por lo que es necesario elaborar nuevas alternativas para impulsar el uso de este control biológico hacia esta plaga, mejorando sus aspectos como insecticida en el incrementando la velocidad en que se produce la muerte de la cucaracha. Hernandez, Garcia y Figueroa. (2019). "Mencionaron que la combinación entre otros agentes insecticidas fúngicos elaborados a base de esporas de *Beauveria bassiana*, logró reducir significativamente el número de la población de *Blatella germanica*" (p.45), empleando diferentes tiempos de aplicación entre cada especie de hongos entomopatógenos, el derivado de las características de la actividad insecticida de los hongos entomopatógenos, y en particular de *B. bassiana*, los cuales presentan un amplio espectro de actividad, además de que se tienen diversos reportes de su producción y formulación necesaria para lograr un bioinsecticida competitivo, por lo cual sea desarrollado nuevos alternativas de productos con una mayor efectividad, e incluso al combinarlos con otros agentes bio insecticidas no tóxicos, que sean capaces de competir con productos químicos de uso común contra insectos plaga urbanas como las cucarachas (Fan Zang et al., 2017, p. 60). Su variabilidad genética es una ventaja importante para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, ataca con éxito a varias poblaciones de insectos incluyendo la cucaracha, produce conidios aéreos como propágulos responsables de la reproducción y la infección. (Guadalupe et al., 2020, p.75).

El *Bacillus thuringiensis* (Bt) pertenece a la familia de los entomopatógenos esta bacteria es caracterizada por que es capaz de producir, D-endotoxinas que actúan como una poderosa toxina intestinal para varios insectos hospedadores. (Bt) es una bacteria Gram positiva que contienen proteínas Cry y Cyt las cuales son tóxicas contrata una amplia gama de especies de insectos, nematodos. (Palma et al, 2014, p. 48). Las inclusiones cristalinas junto con las esporas tienen un gran potencial para controlar plagas de diferentes tipos de insectos. *B.thuringiensis* sus cepas han atraído el interés a nivel mundial por sus diversas aplicaciones en manejo de plagas debido a su específico actividad como insecticida. (Hernandez, et al.,2020, p. 49).

Su efecto de toxicidad contra otras especies de insectos lleva a una intensificada búsqueda de nuevas cepas con diferentes espectros de actividades y aplicaciones en este caso el (Bt) gracias a sus mezclas de cepas y entomopatógenos se está utilizando con éxito como bio insecticida contra insectos, lepidópteros, dípteros y en la, *P.americana* aprovechando las endotoxinas como alternativas importantes para la elaboración de productos amigables con el entorno y la salud. (Buenrostro, 2014, p.31). Este entomopatógeno es conocido como un bioinsecticida de acción rápida y específico del huésped, por lo que sus efectos adversos sobre los organismos no objetivo son muy limitados. (Salehi, et al., 2017, p. 24).

La alfa-cipermetrina es un insecticida sintético perteneciente a la clase de los piretroides, de amplio espectro muy utilizado en el manejo integrado de plagas (MIP), este piretroide se utiliza ampliamente en una serie de insectos plagas, agrícolas y forestales que representan el 17% del mercado mundial. (Meyling et al, 2018, p. 65). La alfa-cipermetrina presenta una mezcla racémica de alfa-ciano, fenoxibencil, diclorovinil, dimetil ciclopropano carboxilato. representa un insecticida de amplio espectro que actúa como neurotoxina en los insectos plaga provocando la muerte en cuestión de un tiempo no muy largo, su potencial ventaja es que es de acción rápida, pero como desventaja su aplicación en exceso produce en los insectos que estos formen resistencia al insecticida. (Gosetti et al., 2017, p. 42).

La *Periplaneta americana* (P.a) Este es un organismo cosmopolita que pertenece al orden de las *Blattodeas*, una característica importante es su habilidad para habitar en unas amplias gamas de ambientes, así como también ser un potencial agente contaminante y transmisor mecánico de una serie de enfermedades infecciosas (Cutler, et al., 2017, p. 53). Se le considera un insecto cosmopolita, ya que se encuentra presente en edificaciones urbanas; situación que ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas que cumplan con el objetivo de disminuir y controlar la población de este insecto, teniendo en cuenta que estas alternativas contribuyan a no dañar al medio ambiente y no alterar la salud (Jurat y Jackson, 2015, p.69). Uno de los entomopatógenos que más se ha empleado para mitigar a la *P. americana* es el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* que ha presentado favorables resultados acabando con el ciclo de vida del insecto una vez esta haya infectado a la *P. americana*, además esta especie en particular se

caracteriza por causar daños desagradables en lugares donde se acopian productos y alimentos almacenados. (Mudoj et al., 2019, p. 38).

La *Blattella germanica*(L) del género (*Blattaria: Blattellidae*) Es la plaga de salud pública más prevalente en el mundo ya que es el principal vector de enfermedades infecciosas humanas como intoxicación, diarrea y disentería (Payne, et al., 2014, p.47). El uso extensivo de plaguicidas contra la *B. germanica* ha llevado a la evolución de la resistencia a los insecticidas en las últimas dos décadas en China, aumentando así la necesidad de una estrategia alternativa, eficiente a largo plazo para controlar las plagas; teniendo como una de estas estrategias potenciales es la utilización de hongos y bacterias entomopatógenas contra estas especies de cucarachas sinantrópicas, que a su vez contribuye al cuidado del medio ambiente y la salud. (Yuan Pan y Zhang. 2019, p.20). En algunos estudios han analizado los efectos de los insecticidas químicos en el control de la *B.germanica* y se observó que el uso excesivo de insecticidas químicos genera un impacto negativo ya que produce poblaciones de cucarachas con resistencia a los insecticidas. (Hernandez et al., 2020). Las cucarachas *B.germanica* a menudo desarrollan niveles de resistencia moderados a altos a los insecticidas organofosforados y carbamatos después de una exposición prolongada. (Won Jang et al., 2016, p. 40).

Además de ser fuente de vectores patógenos entéricos humanos la *B.germanica* es capaz de albergar muchos otros taxones bacterianos en su tracto digestivo, incluida cepas resistentes a los antibióticos; los microbios eucariotas patógenos es decir protozoos y hongos también se han relacionado con esta especie de cucaracha, la cantidad microbiana aumenta en complejidad a través del desarrollo y contiene de 10 a 70 taxones bacterianos dependiendo de la etapa de vida en que se encuentra la *B.germanica*, todos estos taxones bacterianos son adquiridos ambientalmente.( Fardisi et al., 2019, p. 69)

Los entomopatógenos (EP) parasitan a sus hospedantes (en este caso a las cucarachas) por penetración directa a través de la cutícula hasta el hemocele o por las aberturas naturales (espiráculos, boca y ano). (Hubner, et al., 2014, p.54). La infección puede ser pasiva o activa, y la forma en que continúa el proceso de infección estará en función de la especie de entomopatógeno que ataque a la cucaracha. En el caso de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, potente

agente insecticida para el control biológico de cucarachas, una vez que el entomopatógeno infeccioso logra infectar a la cucaracha, libera la sustancia insecticida asociada al tipo de entomopatógeno, la cual se reproduce en la hemolinfa del hospedante y le provoca parcialmente muerte. (Ballesteros, 2014, p. 218). Con la muerte del insecto plaga termina el desarrollo parasitario del hongo lo que da paso a la fase saprofítica: el entomopatógeno crece en el hemocele formando masas miceliales que salen al exterior principalmente por las regiones inter segmentales esporulando sobre el cadáver y produciendo el inóculo para así infectar a otros insectos. (Gonzales, et al., 2014, p. 57). Los entomopatógenos son organismos de importante valor ecológico al desempeñar funciones de regulación sobre los insectos plagas, debido al mal manejo de pesticidas estas se han ido convirtiendo en plagas incontrolables y resistentes, convirtiendo a los entomopatógenos una alternativa viable en la elaboración de bioinsecticidas que permite el control de plagas sin producir perjuicios a la salud y deterioro del ambiente. (Motta y Murcia, 2014, p. 62).

La actividad insecticida de estos dos entomopatógenos para su ampliación en el control biológico que es una representativa y alternativa más para el control y manejo integrado de plagas. Esta alternativa de biocontrol se basa en el empleo de organismos vivos, con la capacidad de intoxicar e infectar a la cucaracha y alterar su desarrollo o metabolismo para dañar a su longevidad o reproducción (Kaakeh, et al., 2014, p. 182). Los entomopatógenos para el control de cucarachas se han identificado principalmente como hongos, entre los que destacan *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*. (Jandricic, et al., 2014, p. 74). Por su conjunto, esta noticia e información representa una alternativa sostenible para el biocontrol sobre las plagas de cucarachas de mucha importancia en la salud y el ambiente. Una de las principales ventajas del uso de los entomopatógenos, es que son sumamente seguros para la salud y el grado de resistencia es un grado menor, cotejado con los insumos químicos; además que, en el caso de algunos, se puede dar la transmisión de insecto a insecto (auto diseminación del agente de biocontrol). (Yilmaz, et al., 2014, p. 33).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto de investigación es de tipo cuantitativo, experimental aplicada, básicamente debido a que la investigación se basa particularmente en ampliar los conocimientos, interpretar los datos en base a la realidad, utilizando una serie de procesos metódicos aplicados a la investigación. Es de enfoque cuantitativo, y en esta forma se emplea una serie de pasos que nos permita demostrar y contrastar la información obtenida estadísticamente. (Marini y Walczak, 2019, p. 25).

El proyecto de investigación es de tipo experimental, cuantitativo con un diseño completo aleatorizado (DCA) y procesado con el ítem estadístico (anova) análisis de varianza, Post – Duncan al 95 % de confianza, que permitió conocer cuál insecticida produce más porcentaje de mortalidad en las dos especies de cucaracha utilizadas. Los datos obtenidos aportaron un factor importante para corroborar nuestra hipótesis y objetivos planteados en esta investigación.

Descripción de los tratamientos:

El diseño experimental estuvo conformado por 18 unidades experimentales (u/e); en cada unidad experimental se pusieron 10 cucarachas, para luego conformar tres (u/e) de las dos especie de cucaracha se procedió a tratamiento con un tipo de los tres insecticidas empleados dos de control biológicos Yurak (*Beauveria bassiana*) Bioinsect (*Bacillus thuringiensis*) y también uno de control químico Precision health (*alfacipermetrina*), una vez que se puso a prueba los tratamientos tuvieron una duración de 72 horas en las cuales se empleó un margen de tiempo en el cual se empleó un control de la mortalidad que se fue generando por la aplicación de los insecticidas esto fue controlado en tres márgenes de tiempo 24, 48, 72 horas, tomando este control los datos fueron interpretados y procesados estadísticamente, con el que se determinó si los insecticidas produce niveles significativos en la interacción de dos factores con dos niveles cada uno, el primer factor será la especie de entomopatógeno (*B. Bassiana*, *B.thuringiensis*) y el segundo factor la especie de cucaracha (*P.americana*, *B.germanica*) y un control químico, haciendo un total de seis tratamiento empleando tres repeticiones por tratamiento.

Para el uso de estos insumos se tendrá en cuenta la dosis comercial que está especificada en los insecticidas.

**Tabla 1.** Insecticidas utilizados para el control de cucarachas (*P.americana*, *B. germanica*).

ÍTEM	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
1	Yurak	<i>Beauveria Bassiana</i>	20 gr x medio litro de agua.
2	Bioinsect	<i>Bacillus Thuringiensis</i>	2.5 ml x medio litro de agua.
3	Precision Health	<i>Alfacipermetrina</i>	2.5 ml x medio litro de agua.

Los insecticidas a emplearse se prepararon en un volumen de 2.5 ml del producto (Precision Health y Bioinsect) y 20 gr del producto Yurak, estos productos fueron diluidos en 500 ml de agua y aplicados con un pulverizador manual, de acuerdo a la respectiva dosificación comercial según recomendación en el producto comercial en cada especie de cucaracha (*P. Americana*, *B. Germánica*) por cada tratamiento.

### 3.2 Variables y operacionalización

Variables: Entomopatógeno y actividad insecticida

Variable 1: Entomopatógeno

Los entomopatógenos (EP) infectan y parasitan a sus hospedantes (Para esta investigación serán las cucarachas *P. americana* y *B. germanica*) esto se producirá mediante la infección que pasa mediante la cutícula de la cucaracha llegando hasta el hemocele o también por sus aberturas naturales (espiráculos, boca y ano). La infección puede ser de dos formas pasiva o activa, y la manera en que continúa el proceso de infección estará en función de la especie de entomopatógeno que infecte a la cucaracha. En el caso de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, potente agente insecticida empleado para el control biológico de cucarachas, una vez que el entomopatógeno infectivo logra infectar a la cucaracha, libera la sustancia insecticida asociada al tipo de entomopatógeno, la cual se reproduce en la hemolinfa del hospedante y le provoca la muerte (Lacey y Davidson, 2015, p. 44).

Variable 2: Mortalidad de las cucarachas

En estos dos entomopatógenos la actividad insecticida está dirigida para su aplicación en el área del control biológico para este caso insectos plagas (cucaracha) esto lo convierte en una buena alternativa favorable para el manejo integrado del control biológico de plagas. Para este caso el tipo de control biológico que se va emplear se basa en emplear un conjunto de micro organismos vivos en la presentación de productos derivados de estos, con la característica de infectar e intoxicar al insecto puesto como blanco de estudio para después producirle la muerte, pero también en otros casos le produce alteraciones y variaciones en su metabolismo para así afectar su periodo de vida y su capacidad de reproducción (Lei Quiu et al., 2020, p. 57). Los microorganismos entomopatógenos puestos a prueba en el control de cucarachas se han evidenciado primeramente que los hongos, entre los que sobresale la *Beauveria bassiana* y por el lado de las bacterias tenemos al *Bacillus thuringiensis*. (Barbercheki y Kaya, 2021, p. 68). Por otro lado, conocer esta información representa una serie de posibilidades nuevas de emplearlo en el control biológico sobre los insectos plaga que afectan

considerablemente a la salud y el ambiente en el que se propagan. Emplear a estos entomopatógenos genera nuevas alternativas y ventajas en el control biológico, es que son seguros para la salud y el ambiente, a su vez genera resistencia en menor de que el insecto plaga pueda sobrevivir a la infección una vez infectado grado opuesto comparado con los químicos; que en algunos casos producen que le insecto plaga genere resistencia a infectarse; también se da que en el caso que determinados entomopatógenos, se llegue a producir la transmisión de su componente insecticida de cucaracha la cucaracha. (Dominguez, et al., 2020, p.33).

**Tabla 2.** Variables: Entomopatógeno y actividad insecticida

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	VALORES
Entomopatógeno	Se refiere al microorganismo que es capaz de causar enfermedad a una especie de plaga.	Existen varios tipos de entomopatógenos en este caso se emplearán bacteria y hongo	Tipo	Especie de entomopatógenos	Nominal	<i>B. bassiana</i> <i>B. thuringiensis</i>
			Especie de cucaracha	Especie de cucaracha	Nominal	<i>P. americana</i> <i>B. germanica</i>
Mortalidad de la cucaracha	Es un efecto que es generado por los agentes entomopatógenos.	Es la eficacia de un entomopatógeno capaz de causar la muerte de una especie determinada de cucarachas.	Mortalidad	Número de especímenes muertos	Numérica	Porcentaje de mortalidad

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población.**

La definición de la población para este trabajo de investigación, toma como el grupo o subgrupo de individuos en el cual se quiere saber ciertos aspectos, en el cual se hace referencia en la hipótesis de la investigación; es una agrupación teórica descrita como un grupo completo de entes, cosas o hechos, que tienen alguna característica en común. (Otzen y Manterola. 2017 p. 227, 232). En nuestro proyecto de investigación nuestra población a estudiar va consistir en dos especies de cucarachas la *P. americana* y la *B. germánica* esta está constituida por 180 especímenes de estas divididas en partes iguales.

#### **3.3.2. Muestra**

La toma de muestras nos permite que no sea obligatorio reunir los datos e información de todos los individuos que conforman la población que está sujeto a estudios, es suficiente con evaluar el valor de alguna de sus características en un subgrupo de la población escogida como muestra para calcular a partir de este subgrupo, la frecuencia de una determinada condición o la magnitud de una asociación en la población de estudio. (Abram, et al., 2021, p. 41). De esta forma para la investigación está conformada por 90 especímenes de *P. americana* y 90 especímenes de *B. germánica* ,conformando un total de 180 especímenes.

### **3.4 Procedimientos**

#### **3.4.1 Establecimiento de las cucarachas.**

Las cucarachas *P. americana*, *B. germánica*, se establecieron a partir de cucarachas recolectadas de entornos donde se cumplen las condiciones adecuadas para que estas puedan vivir y reproducirse, estos son lugares cálidos en estos sitios tienen mayor presencia como cocinas industriales de los restaurantes, sótanos con tuberías y pisos húmedos, por los desagües, y lugares donde exista materia orgánica sin segregar. De esta manera se procedió a recolectar las dos especies de cucarachas necesarias para ponerlas en un estadio

de reproducción de tal forma poder así contar con las cantidades necesarias de cucarachas para el experimento.

La ooteca fue reproducida en 7 días, posteriormente de su apareamiento, lo cual tiene una cantidad de 14 hasta 16 huevecillos, aproximadamente. Las hembras buscan un sustrato específico, rico en carbohidratos y proteínas, así como la humedad importante para iniciar con la oviposición y embriogénesis. Según las investigaciones la embriogénesis permanece un aproximado de un mes, tiempo en el cual eclosionan los huevos. Ya una vez que han emergido las cucarachas de las ootecas, lo hacen en su crecimiento de ninfas, en ellos es considerado la primera evolución o fase. Se han investigado un aproximado de hasta 14 fases de ninfas, un tiempo antes de ser adulto, teniendo el resultado de 9 fases, cuyo cambio de fase es marcado por la escisión. El tiempo que se demoran las ninfas en madurar en adultos, se ha detectado que es un promedio de 200 días, tiempo por el cual son altamente activas en su alimentación y la necesidad de beber agua. En su fase adulta del insecto, considerado plaga, puede sobrevivir hasta 12 meses, y las hembras pueden reproducir hasta 150 huevecillos en su tiempo de vida. Los factores de la humedad y la temperatura son necesarios e importantes para su desarrollo y crecimiento (Buenrostro, 2014, p. 36).



**Figura 1.** Cucaracha *Periplaneta americana* con 60 días de vida.



**Figura 2:** Cucarachas *Blatella germanica* con 60 días de vida.

Paso siguiente se procedió a la elaboración de las unidades experimentales en donde se introdujo a las cucarachas criadas de 60 días de su ciclo de vida a los contenedores, que para este trabajo de investigación consistieron de 18 (tapers) de plástico según los tratamientos mencionados se segregará por especie de cucaracha (*P. americana*, *B. germanica*); en total la población será de 180 cucarachas las cuales están divididos en 2 partes siendo así, 90 cucarachas de especie (*P. americana*) y 90 cucarachas de la especie (*B. Germánica*), que serán sometidos a 3 tratamientos conformados por 18 experimentos.



**Figura 3.** Unidades experimentales conteniendo la especie *P. americana*.



**Figura 4.** Unidades experimentales conteniendo la especie *B.germanica*.

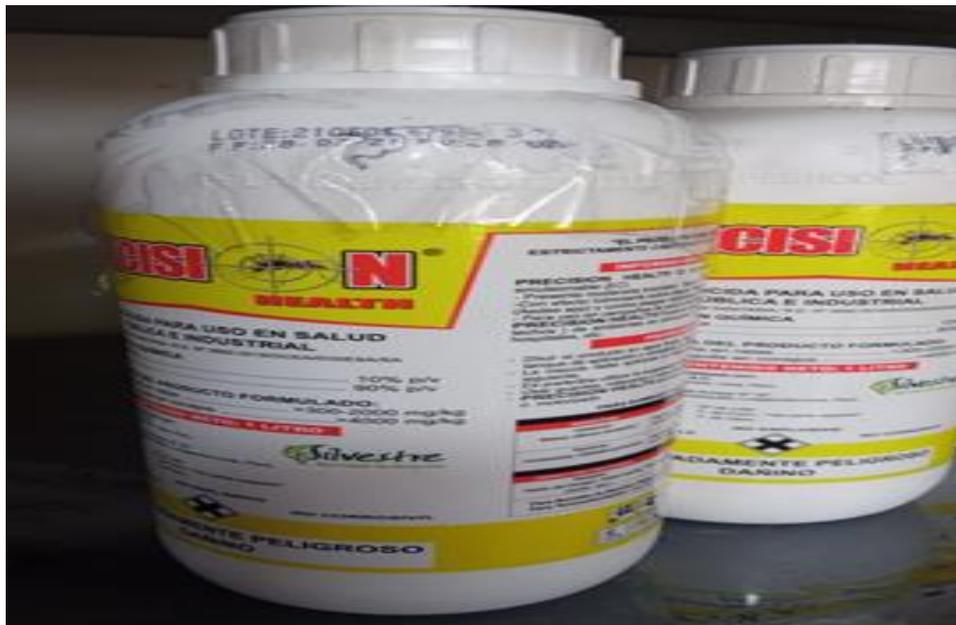
Por consiguiente, una vez finalizada la elaboración de las unidades experimentales se dio paso con la elaboración de los tratamientos insecticidas. se utilizó la aplicación de dos insecticidas biológico, Yurak (*Beauveria bassiana*), bioinsect (*Bacillus thuringiensis*) y uno químico Precision health (alfacipermetrina), para la aplicación y tratamiento de las cucarachas *P. americana* y *B. germanica* .



**Figura 5.** Insecticida biológico Yurak de 200 gr. (*Beauveria bassiana*).



**Figura 6.** Insecticida biológico Bioinsect de 500 ml. (*Bacillus thuringiensis*).



**Figura 7.** Insecticida químico Precision Health de 1 Lt. (alfacipermetrina).

### 3.4.2 Procedimiento de los tratamientos

El proceso del tratamiento que se ejecutará, contempla la eliminación de las cucarachas cuyo factor es la mortalidad.

Para ello se utilizó una pulverizadora manual, que es una herramienta básica para poder realizar la aplicación del producto para la eliminación de las dos especies de cucarachas, donde se tendrá como resultado la eficiencia de los entomopatógenos para el control de cucarachas.

Cada tratamiento consistió en la aplicación de los tres tipos de insecticidas aplicada en las dos especies de cucarachas, para ello se procedió a realizar las mezclas del producto insecticida de acuerdo al volumen que se iba a utilizar en cada tratamiento los cuales fueron de la siguiente manera: Yurak (*Beauveria bassiana*) 20 gr diluido en 500 ml de agua, Bioinsect (*Bacillus thuringiensis*) 2.5 ml diluido en 500 ml de agua y Precision health 2.5 ml diluido en 500 ml de agua. Luego de realizar las mezclas de los productos se procedió a ponerlas en botellas de 500 ml acompañada de un aspersor manual para cada tipo de insecticida.



**Figura 8.** insecticida Yurak, preparado con 20 gr de *Beauveria bassiana* diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual.



**Figura 9.** insecticida Bioinsect, preparado con 2.5 ml de *Bacillus thuringiensis* diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual.



**Figura 10.** insecticida Precision Health, preparado con 2.5 ml de *Alfacipermetrina* diluido en 500 ml de agua, con un atomizador manual.

Los resultados de los 18 experimentos ejecutados, se evaluó el factor (mortalidad), recolectando e identificando así el número de cucarachas muertas, es decir se analizará cuantas cucarachas murieron con el insecticida utilizado.

**Tabla 3.** Procedimiento de los tratamientos.

Entomopatógeno ( <i>Beauveria bassiana</i> )	Yurak	Cucaracha ( <i>P. americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )
		Cucaracha ( <i>B. germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )
Entomopatógeno ( <i>Bacillus thuringiensis</i> )	Bioinsect	Cucaracha ( <i>P. Americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )
		Cucaracha ( <i>B. Germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )
Químico ( <i>Alfacipermetrina</i> )	Precision Health	Cucaracha ( <i>P. Americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )
		Cucaracha ( <i>B. germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )

### 3.5 Método de análisis de datos

Los datos e información obtenida como resultado de la experimentación fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA), empleando el software estadístico SPSS. V. 22 de la compañía IBM; incluyendo una prueba post hoc - Duncan HDS para determinar el grado de eficiencia del insecticida que se aplicaron para el control de cucarachas, todas las pruebas se ejecutarán al 95% de confianza.

Ficha de recolección de datos				Tratamientos	Repeticiones	UE
Entomopatógeno ( <i>Beauveria bassiana</i> )	Yurak	Cucaracha ( <i>P. americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )	TBBPA	x3	T1R1
		Cucaracha ( <i>B. germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )	TBBBG	X3	T1R2
Entomopatógeno ( <i>Bacillus thuringiensis</i> )	Bioinsect	Cucaracha ( <i>P. Americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )	TBTPA	X3	T1R3
		Cucaracha ( <i>B. Germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )	TBTBG	X3	T1R4
Químico (Alfacipermetrina)	Precision Health	Cucaracha ( <i>P. Americana</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>P. americana</i> )	TPHPA	X3	T1R5
		Cucaracha ( <i>B. germanica</i> )	Se utilizará 30 cucarachas, realizando 3 repeticiones, dividido en 10 cucarachas por repetición ( <i>B. germanica</i> )	TPHBG	X3	T1R6

**Figura 11.** Ficha de recolección de datos

### 3.6 Aspectos éticos

En el siguiente proyecto de investigación y en todo el proceso de su elaboración, tiene como fundamentos éticos la Honestidad y la Veracidad, de esta forma toda la información empleada es verdadera y confiable, tal como lo exige la Resolución del consejo universitario N° 0262-2020/UCV con promulgación, el 28 de agosto del 2020; y para efectos de derechos de autor se seguirá las recomendaciones del manual de referencias Normas APA séptima edición.

#### IV. RESULTADOS

Los datos de mortalidad fueron analizados en el software estadístico SPSS vs. 26. En primer orden se determinó los supuestos de normalidad: distribución normal de la variable (Shapiro-Willks) y homogeneidad de varianzas (Levenne), luego se ejecutó el análisis de varianza en el que se determinó las diferencias entre el tipo de insecticida y la especie de cucaracha; así como la interacción de estos dos componentes, al 95% de confiabilidad. Al haberse encontrado significancia en el análisis de varianza, se ejecutó la prueba de comparación de medias de Duncan al 95% de confiabilidad para determinar diferencias entre los factores ensayados (tipos de insecticida).

Mortalidad de dos especies de cucarachas sometidas a tratamiento con los insecticidas entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* y un insecticida de control químico *alfacipermetrina* a las 24 horas después de su aplicación.

Se ejecutó el análisis de varianza para la mortalidad causada por el tipo de insecticida (dos entomopatógenos y un control químico) en dos especies de cucarachas, para ello inicialmente se asumieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Shapiro Wilks y Levenne respectivamente para un análisis paramétrico.

Una vez cumplidos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se procedieron al análisis de varianza factorial completo que implica la medida de diferencias entre los factores estudiados (tipo de insecticida y especie de cucaracha) así como la interacción entre ambos factores, para la mortalidad a las 24 horas de aplicados los tratamientos (dos entomopatógenos y un control químico) como se aprecia en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado

FV	Sc	gl	CM	FC	P-valor
Tipo de insecticida	31511,1	2,0	15755,6	157,6	0,000 **
Especie de cucaracha	355,6	1,0	355,6	3,6	0,084 ns
insecticida * cucaracha	177,8	2,0	88,9	0,9	0,437 ns
Error	1200,0	12,0	100,0		
Total	33244,4	17,0			

Nota: (\*\*) altamente significativo, (ns) no significativo al 95 % de confiabilidad.

Como se aprecia en la Tabla 4, existe diferencias entre los tipos de insecticidas evaluados (dos entomopatógenos y un control químico); pero no existe diferencia significativa entre especies de cucarachas y entre la interacción entre tipo de insecticida por especie de cucaracha; por lo que a continuación se estableció la diferencia entre estos tratamientos para los factores significativos mediante la prueba de comparación de medias de Duncan al 95% de confianza así como se muestra el análisis descriptivo de la mortalidad para los tratamientos ensayados (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis descriptivo y diferencia estadística entre tratamientos

Tipo insecticida	Sp. Cucaracha	Mortalidad/tratamiento	Desviación	Mortalidad/factor	Desviación
Bioinsect	B. germánica	96,67	5,77	90 b	15,49
	P. americana	83,33	20,82		
Precisión Health	B. germánica	100,00	0,00	100 b	0,00
	P. americana	100,00	0,00		
Yurak	B. germanica	13,33	11,55	6.67 a	10,33
	P. americana	0,00	0,00		

Nota: Letras iguales significan promedios de mortalidad estadísticamente iguales según factor significativo encontrado en el análisis de varianza.

A las 24 horas se aprecia que existe diferencia entre la mortalidad por tipo de insecticida aplicado; así el insecticida control (Precision Health) y el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* (Bioninsect) presentaron mortalidades similares entre el 90 y 100% independientemente de la especie de cucaracha sobre

la cual se aplicó (*B. germánica* y *P. americana*) ello concuerda con el análisis de varianza en el que el factor especie de cucaracha resultó no significativo (Tabla 4). El nivel más bajo de mortalidad se reporta para el entomopatógeno *B. bassiana* (Yurak) que a las 24 horas registró una mortalidad apenas del 6.67%. Los coeficientes de desviación son menores del 20 % por lo que los resultados son relativamente homogéneos.

Mortalidad de dos especies de cucarachas sometidas a tratamiento con dos tipos de insecticidas de control biológico, entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* y un insecticida de control químico la *alfacipermetrina*, con un tiempo de las 48 horas después de su aplicación.

Se ejecutó el análisis de varianza para la mortalidad causada por el tipo de insecticida (dos entomopatógenos y un control químico) en dos especies de cucarachas, para ello inicialmente se corroboraron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Shapiro Wilks y Levene respectivamente.

Una vez cumplidos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se procedieron al análisis de varianza factorial completo que implica la medida de diferencias entre los factores estudiados (tipo de insecticida y especie de cucaracha) así como la interacción entre ambos factores, para la mortalidad a las 48 horas de aplicados los tratamientos (dos entomopatógenos y un control químico) como se aprecia en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado

FV	Sc	gl	CM	FC	P-valor
Tipo de insecticida	3811.111	2	1905.556	68.600	0.000 **
Especie de cucaracha	200.000	1	200.000	7.200	0.020 ns
Insecticida * cucaracha	233.333	2	116.667	4.200	0.041 ns
Error	333.333	12	27.778		
Total	4577.778	17			

Nota: (\*\*) altamente significativo, (ns) no significativo al 95 % de confiabilidad.

Como se aprecia en la Tabla 6, existe diferencias entre los tipos de insecticidas evaluados (dos entomopatógenos y un control químico); pero no existe diferencia significativa entre especies de cucarachas y entre la interacción entre tipo de insecticida por especie de cucaracha; por lo que a continuación se estableció la diferencia entre estos tratamientos para los factores significativos mediante la prueba de comparación de medias de Duncan al 95% de confianza así como se muestra el análisis descriptivo de la mortalidad para los tratamientos ensayados (Tabla 7).

**Tabla 7.** Análisis descriptivo y diferencia estadística entre tratamientos

Tipo de insecticida	Sp. cucaracha	Mortalidad/tratamiento	Desviación	Mortalidad/factor	Desv. Desviación
Bioinsecta	B. germanica	100.00	0.00	98 b	4.08
	P. americana	96.67	5.77		
Precision Health	B. germanica	100.00	0.00	100 b	0.00
	P. americana	100.00	0.00		
Yurak	B. germanica	76.67	5.77	68 a	11.69
	P. americana	60.00	10.00		

Nota: Letras iguales significan promedios de mortalidad estadísticamente iguales según factor significativo encontrado en el análisis de varianza.

A las 48 horas se aprecia que existe diferencia entre la mortalidad por tipo de insecticida aplicado; así el insecticida control (Precision health) y el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* (Bioinsect) presentaron mortalidades similares entre el 98 y 100% independientemente de la especie de cucaracha sobre la cual se aplicó (*B. germanica* y *P. americana*) ello concuerda con el análisis de varianza en el que el factor especie de cucaracha resultó no significativo (Tabla 3). El nivel más bajo de mortalidad se reporta para el entomopatógeno *B. bassiana* (Yurak) que a las 48 horas registró una mortalidad apenas del 68%. Los coeficientes de desviación son menores del 20 % por lo que los resultados son relativamente homogéneos.

Mortalidad de dos especies de cucarachas sometidas a tratamiento con dos tipos de insecticidas de control biológico, entomopatógenos *Beauveria bassiana* y

*Bacillus thuringiensis* y un insecticida de control químico la *alfacipermetrina*, con un tiempo de las 72 horas después de su aplicación.

Se ejecutó el análisis de varianza para la mortalidad causada por el tipo de insecticida (dos entomopatógenos y un control químico) en dos especies de cucarachas, para ello inicialmente se corroboraron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Shapiro Wilks y Levene respectivamente.

Una vez cumplidos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se procedieron al análisis de varianza factorial completo que implica la medida de diferencias entre los factores estudiados (tipo de insecticida y especie de cucaracha) así como la interacción entre ambos factores, para la mortalidad a las 72 horas de aplicados los tratamientos (dos entomopatógenos y un control químico) como se aprecia en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Análisis de varianza de la mortalidad de cucarachas por tipo de insecticida aplicado

FV	Sc	gl	CM	FC	P-valor
Tipo de insecticida	711.111	2	355.556	32.000	0.000 **
Especie de cucaracha	200.000	1	200.000	18.000	0.001 ns
insecticida * cucaracha	400.000	2	200.000	18.000	0.000 ns
Error	133.333	12	11.111		
Total	1444.444	17			

Nota: (\*\*altamente significativo, (ns) no significativo al 95 % de confiabilidad.

Como se aprecia en la Tabla 8, existe diferencias entre los tipos de insecticidas evaluados (dos entomopatógenos y un control químico); pero no existe diferencia significativa entre especies de cucarachas y entre la interacción entre tipo de insecticida por especie de cucaracha; por lo que a continuación se estableció la diferencia entre estos tratamientos para los factores significativos mediante la prueba de comparación de medias de Duncan al 95% de confianza así como se muestra el análisis descriptivo de la mortalidad para los tratamientos ensayados (Tabla 9).

**Tabla 9.** Análisis descriptivo y diferencia estadística entre tratamientos

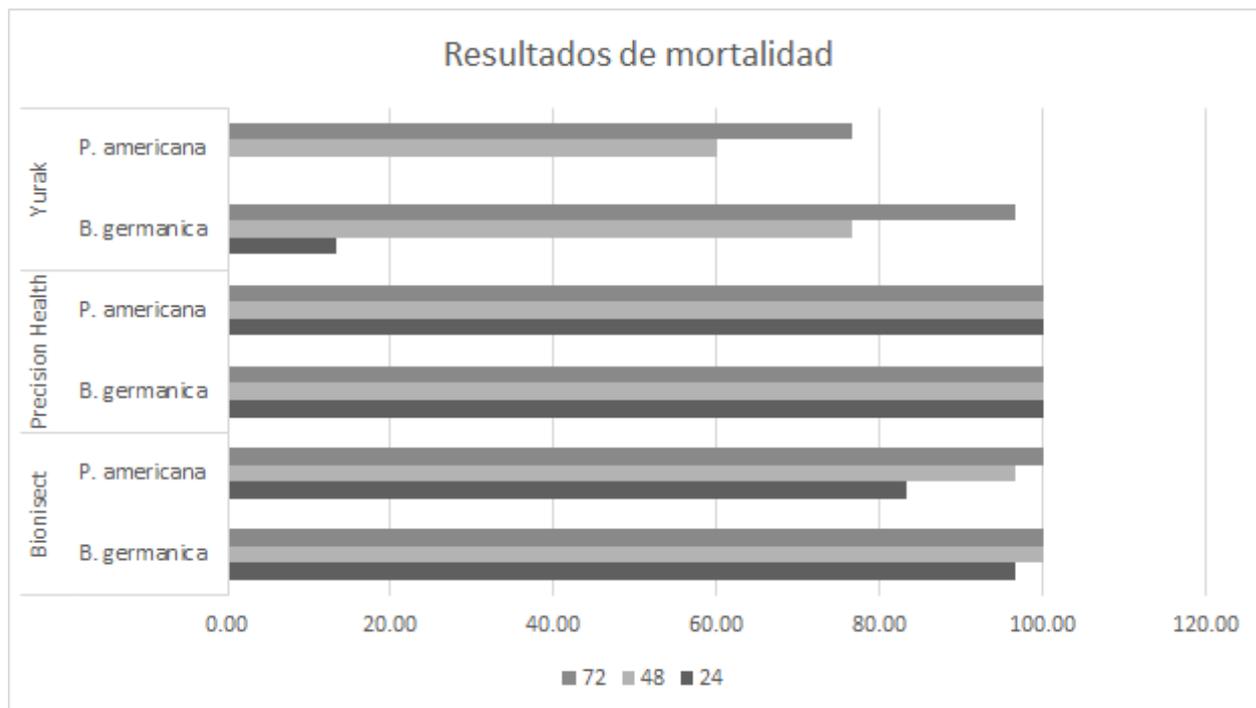
Tipo de insecticida	Sp. cucaracha	Mortalidad/tratamiento	Desviación	Mortalidad/factor	Desv. Desviación
Bioinsect	B. germanica	100.0000	0.00000	100 b	0
	P. americana	100.0000	0.00000		
Precision Health	B. germanica	100.0000	0.00000	100 b	0
	P. americana	100.0000	0.00000		
Yurak	B. germanica	100.0000	5.77350	100 a	12.11
	P. americana	100.0000	5.77350		

Nota: Letras iguales significan promedios de mortalidad estadísticamente iguales según factor significativo encontrado en el análisis de varianza.

A las 72 horas se aprecia que existe diferencia entre la mortalidad por tipo de insecticida aplicado; hacia la especies de cucarachas, así tenemos que para el insecticida de control químico (Precisión Health) y el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* (Bioinsect) presentaron mortalidades similares entre el 100 y 100% independientemente de la especie de cucaracha sobre la cual se aplicó (*B. germánica* y *P. americana*) ello concuerda con el análisis de varianza en el que el factor especie de cucaracha resultó no significativo (Tabla 8). La reacción del tipo de insecticida más lento en causar mortalidad en las dos especies de cucaracha se reporta para el entomopatógeno *B. bassiana* (Yurak) que tuvo que cumplirse las 72 horas para registrar una mortalidad cercana al 100%.

Los coeficientes de desviación son menores del 20 % por lo que los resultados son relativamente homogéneos.

Nota: Promedios de mortalidad de las cucarachas arrojados por el análisis estadístico, en tres tiempos que duró el proceso de tratamiento con los insecticidas (24 horas, 48 horas y 72 horas).



**Figura 12.** Resultados de mortalidad en 24 horas – 48 horas y 72 horas por tipo de insecticida y especie de cucaracha.

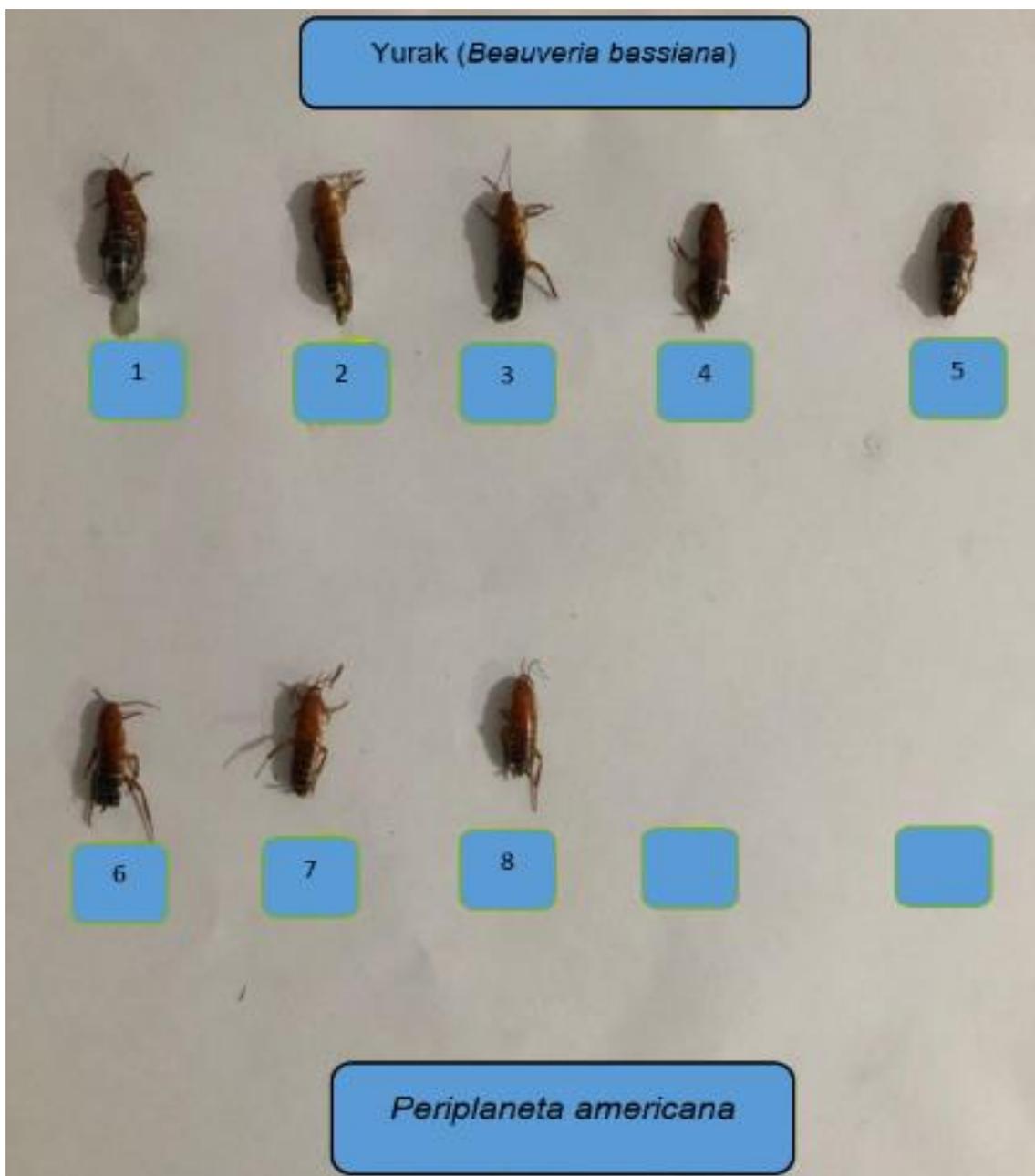
Como se observa en el (figura 12) la tasa de mortalidad por especie de cucaracha y el tipo de insecticida utilizado se interpreta de la siguiente manera, en 24 horas con el insecticida Yurak (*Beauveria Bassiana*) se observó una mortalidad mínima de 13.33 % de la cucaracha (*B. germanica*) mientras que la especie (*P. americana*) su tasa de mortalidad fue de 0 %, mientras que el insecticida Precision Health (*Alfacipermetrina*) obtuvo una mortalidad del 100 % en ambas especies de cucarachas y el insecticida Bioinsect (*B. thuringiensis*) obtuvo una mortalidad en la especie de cucaracha (*B. germanica*) de 96.67 % y en la cucaracha (*P. americana*) se obtuvo un resultado de 83.33 %, en 48 horas con el insecticida Yurak (*Beauveria Bassiana*) se observó una mortalidad de 76.67 % de la cucaracha (*B. germanica*) mientras que la especie (*P. americana*) su tasa de mortalidad fue del 60 %, mientras que el insecticida Precision Health (*Alfacipermetrina*) obtuvo una mortalidad del 100 % en ambas especies de cucarachas y el insecticida Bioinsect (*B. thuringiensis*) obtuvo una mortalidad en la especie de cucaracha (*B. germanica*) de 100 % y en la cucaracha (*P. americana*) se obtuvo un resultado de 96.67 %, y en la última etapa que es de 72 horas con el insecticida Yurak (*Beauveria Bassiana*) se observó una mortalidad de 96.66 % de la cucaracha (*B. germanica*) mientras que la especie de

(*P. americana*) su tasa de mortalidad fue del 76.66 %, mientras que el insecticida Precision Health (*Alfacipermetrina*) obtuvo una mortalidad del 100 % en ambas especies de cucarachas y el insecticida Bioinsect (*B. thuringiensis*) obtuvo una mortalidad del 100 % en ambas especies de cucarachas.

Los resultados muestran que hay diferencia estadística entre el insecticida de control biológico bioinsect (*Bacillus thuringiensis*) que se comporta igual que el insecticida de control químico Precision Health (*Alfacipermetrina*) por lo cual es un insecticida biológico que recomienda su aplicación. Como sabemos también los insecticidas así sean de control biológico deben rotarse por que lleva la posibilidad de ocasionar resistencia por parte de los insectos plagas (cucaracha), pero si aún acostumbramiento que puede generar en la cucaracha por lo cual este sería favorable rotar en su aplicación con otro insecticida biológico en este caso Yurak (*Beauveria bassiana*) que en los resultados estadísticos no muestran un porcentaje tan despreciable.

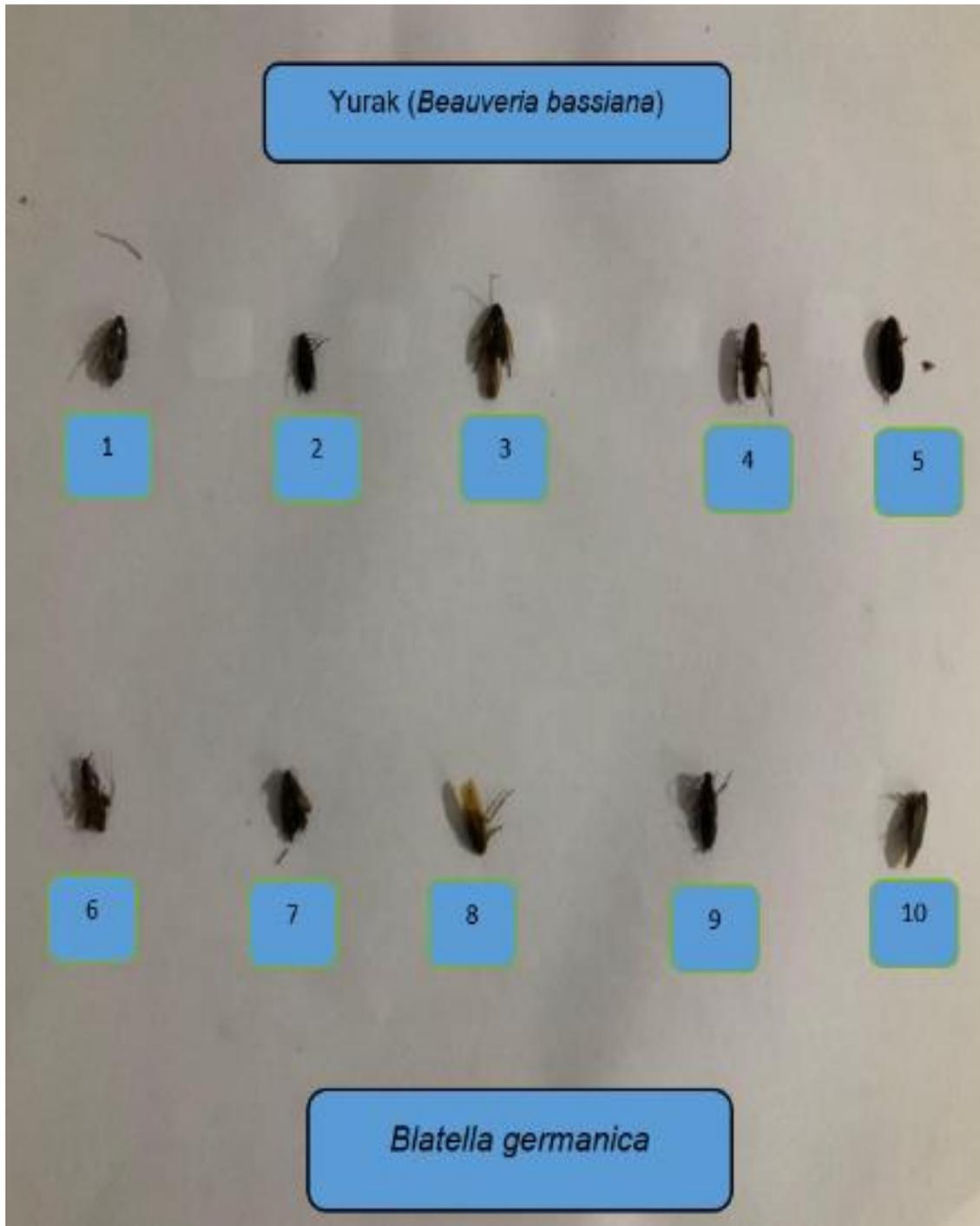
Presentamos las en estas imágenes que muestran el efecto de mortalidad generado por la aplicación de los 3 tratamientos de insecticida, para esta investigación se empleó dos tratamientos biológicos (*Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*) y un tratamiento químico (*Alfacipermetrina*), aplicado entre dos tipos de especies de cucarachas *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*. Para esta prueba una vez aplicado los insecticidas se tomó como tiempo de acción de unas 72 horas en total, pero se fue contabilizando el número de muertes entre las 24, 48 y 72 horas, en esta última mostramos las siguientes imágenes.

Tratamiento empleando Yurak insecticida biológico con *Beauveria Bassiana* aplicado en la especie de cucaracha *Periplaneta americana*.



**Figura 13:** Cucaracha *P.americana* muertas, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Yurak.

Tratamiento empleando Yurak insecticida biológico con *Beauveria Bassiana* aplicado en la especie de cucaracha *Blatella germanica*.



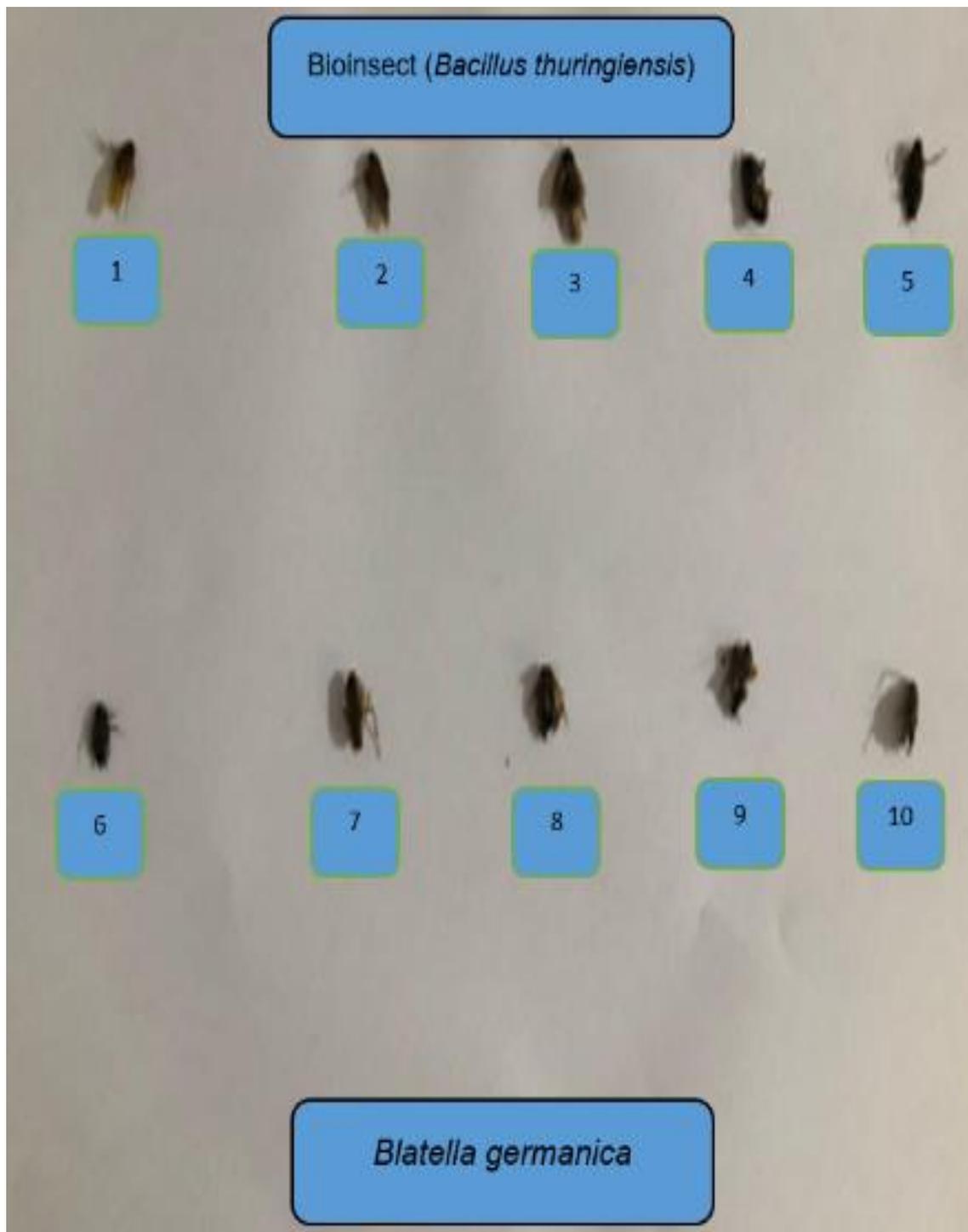
**Figura 14:** Cucaracha *B.germanica* muertas, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Yurak.

Tratamiento empleando Bioinsect insecticida biológico con *Bacillus thuringiensis* aplicado en la especie de cucaracha *Periplaneta americana*.



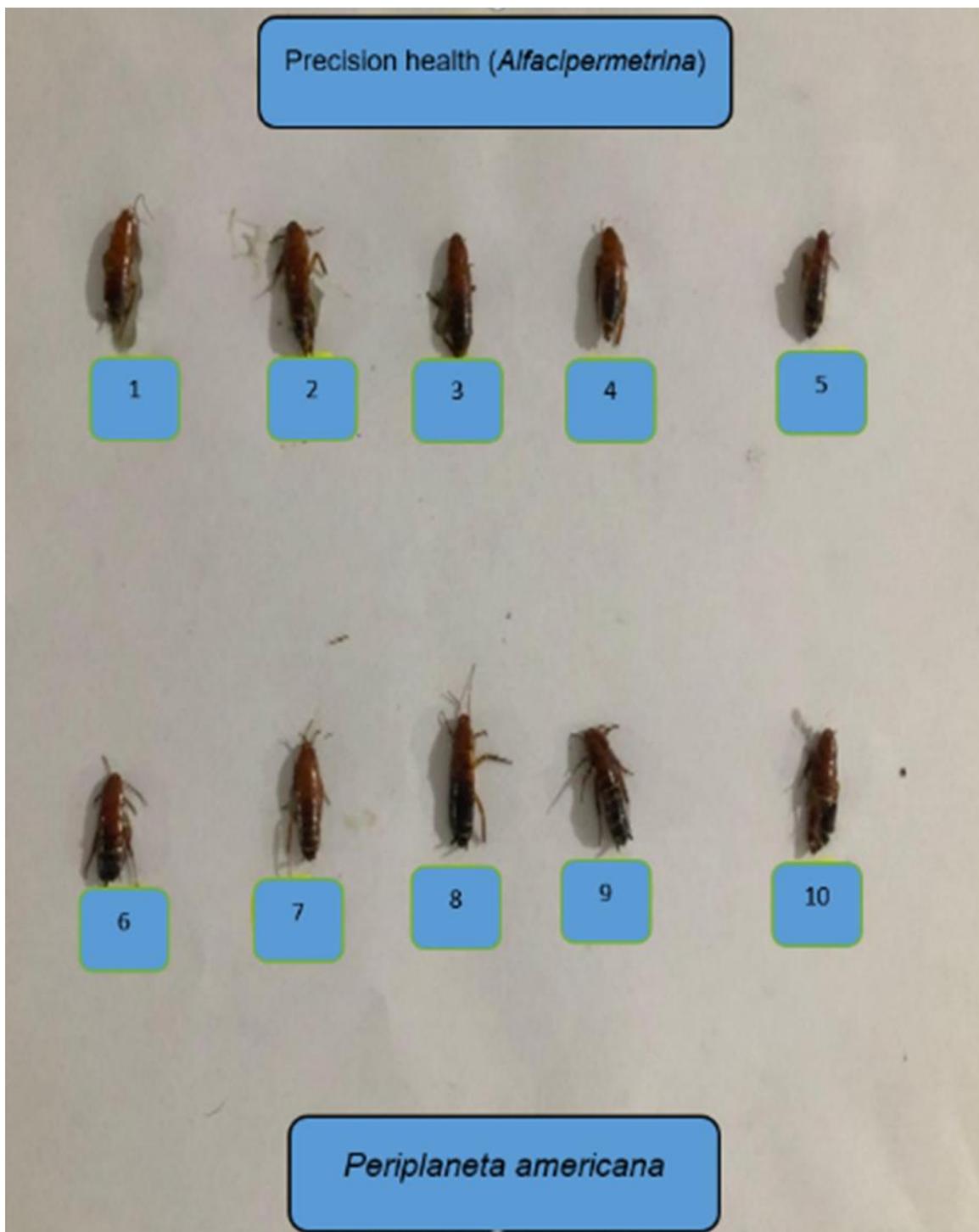
**Figura 15:** Cucaracha *P.americana* muerta, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida bioinsect.

Tratamiento empleando Bioinsect insecticida biológico con *Bacillus thuringiensis* aplicado en la especie de cucaracha *Blatella germanica*.



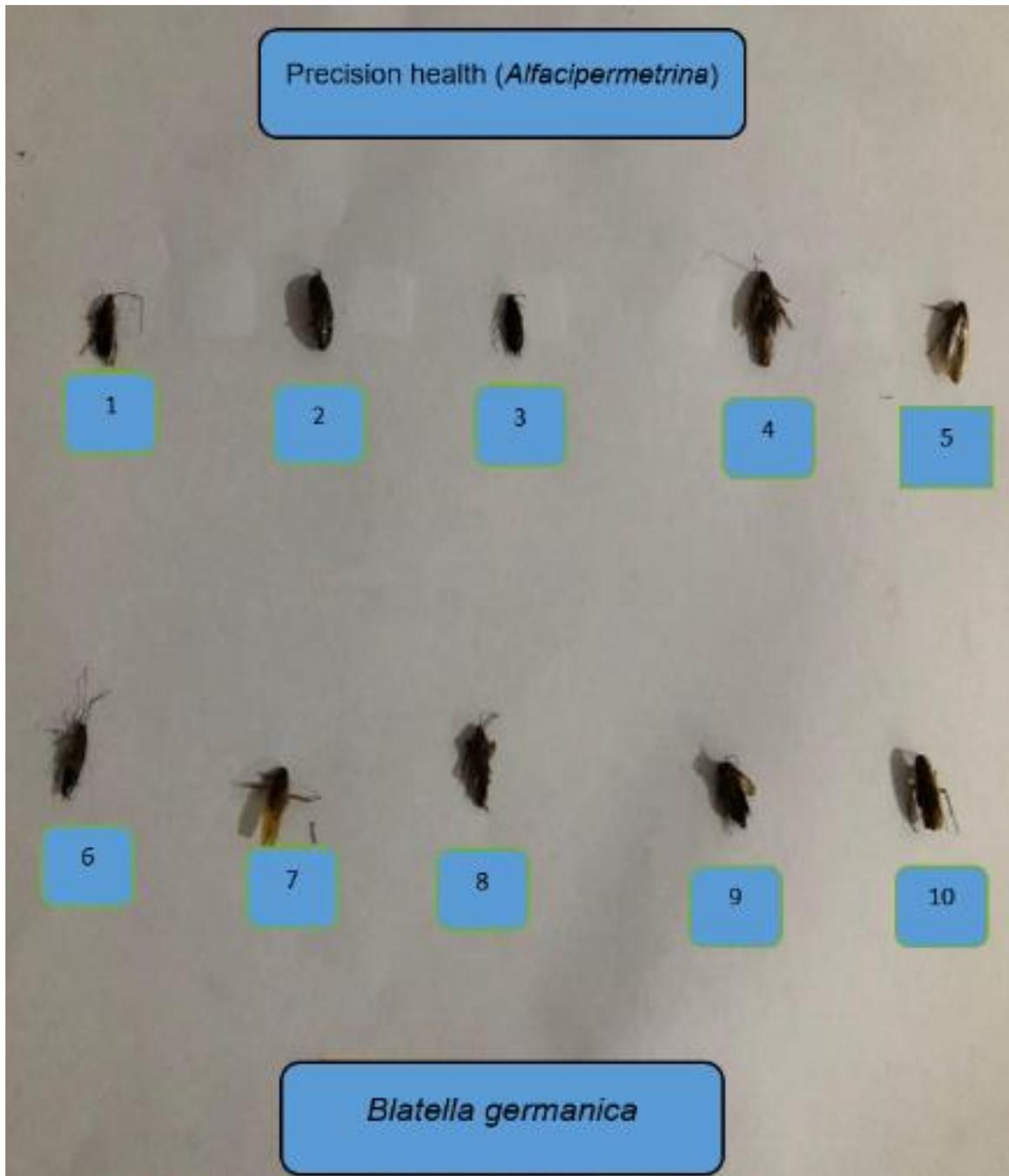
**Figura 16:** Cucaracha *B.germanica* muertas, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida bioinsect.

Tratamiento empleando Precision Health insecticida químico con Alfacipermetrina aplicado en la especie de cucaracha *Periplaneta americana*.



**Figura 17:** Cucaracha *P.americana* muertas, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Precision health.

Tratamiento empleando Precision Health insecticida químico con Alfacipermetrina aplicado en la especie de cucaracha *Blatella germanica*.



**Figura 18:** Cucaracha *B.germanica* muertas, después de las 72 horas expuestas a tratamiento con el insecticida Precision health.

## V. DISCUSIÓN

El uso de entomopatógenos para el control biológico de cucarachas ha tomado más fuerza en estos últimos tiempos, las razones de tomar esta iniciativa en el uso de otras alternativas en la aplicación de insecticidas viene a que los insectos plagas han alcanzado una notable capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas químicos, más de 600 especies de plagas de insectos que se alimentan de materia orgánica han desarrollado resistencia hacia los insecticidas químicos, estas razones han aumentado el interés en emplear los entomopatógenos para el control biológico (Kaakeh et al., 2014 ,p.185 ). Mencionado la motivación del tema el objetivo general se determinó la mortalidad de la cucaracha *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* por efecto de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*; mediante el uso de tres tipos de insecticidas, dos biológicos en este caso Yurak Cuyo componente activo insecticida tiene al entomopatógeno *Beauveria bassiana*, Bioinsect con componente activo *Bacillus thuringiensis* y un insecticida químico Precision health con componente activo Alfacipermetrina, este último se empleó para ver las diferencias en su comportamiento a razón de los otros dos entomopatógenos. Mediante la aplicación de tratamientos con los tres insecticidas aplicados en las dos especies de cucarachas se determinó la mortalidad de la cucaracha *P. americana* y *B. germanica* por efecto del entomopatógeno *B. bassiana*, *B. thuringiensis* teniendo los siguientes resultados, Yurak tuvo un (86.6 %) de eficiencia, Bioinsect (100%) y Precision health (100%). Por lo que se determinó que Bioinsect se comporta igual que Precisión health y sin importar el tipo de cucaracha estos dos actúan con porcentajes similares de mortalidad, sin embargo, el uso de Yurak también es recomendable con el fin de rotar el uso de un solo insecticida y así no crear resistencia a esta, por lo que también su porcentaje no es nada despreciable. Lo que refleja similitudes con los resultados de la investigación, de Rayosas et al, (2014) en su investigación eficacia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* aplicado en la cucaracha *Periplaneta americana* describe lo siguiente, días después de la aplicación del tratamiento la cucaracha primero comenzó a mostrar una disminución de los movimientos con síntomas de parálisis, obstrucción de su circulación sanguínea, que puede deberse a la variabilidad innata de la *Beauveria bassiana* para infectar a la cucaracha; para que tres días después al tratamiento, el porcentaje de

mortalidad generado por *Beauveria bassiana* obtuviera un (81.7 %) agregando que el efecto de la dosis sobre la mortalidad acumulada fue muy significativo, además mencionó que el resultado obtenido en su investigación enfatizaron a que el entomopatógeno *B. bassiana* tiene potencial para su uso como agente de control biológico contra la *P. americana* y otra especie de cucaracha como la *B. germanica*. Para Joya et al. (2014) en su investigación aislamiento de *Bacillus thuringiensis* activos contra la cucaracha *Blatella germanica* nos menciona que aplicado el entomopatógeno a la cucaracha está en el rango de tiempo de 48 horas, provocó una mortalidad superior al (80 %), está en comparación a los resultados obtenidos en la presente investigación no se alejan demasiado y llegan a ser significativas por lo cual mantiene el estimado a alcanzar en un tratamiento de 72 horas con este entomopatógeno y la especie *Blatella germanica*. Y está a comparación con los resultados en la investigación de Maketon, Apinyahomichan y Hotaka. (2014) que describe el uso del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en dos especies de cucarachas *P. americana* y *B. germanica* los resultados obtenidos fueron los siguientes, *P. americana* en su tratamiento número 2 obtuvo un 48.3 % de mortalidad mientras que para el tratamiento número 2 de *B. germanica* alcanzó un 57.7% de mortalidad estas diferencias entre ellas son significativas y se acomodan al rango de porcentaje de mortalidad obtenidos en el proyecto de investigación. Con los datos comparados entre lo obtenido en el desarrollo de la investigación como también de la investigación de los autores mencionados tiene una ligera y también significativa variación entre su porcentaje de mortalidad por lo que el objetivo general es analizar la mortalidad de las cucarachas con estos dos entomopatógenos lo cual produjo en cada investigación realizada por los autores citados teniendo en cuenta los porcentajes de mortalidad producidas uno mayor que la otra independientemente al tipo de insecticida y la especie de cucaracha. El efecto insecticida hacia las cucarachas ocurre y en cantidades diferentes o similares lo que hace de que este insecticida biológico sea viable y se les pueda considerar y usar como insecticidas de control biológico en cucarachas.

La presente investigación presenta como uno de sus objetivos específicos analizar la eficacia entomopatógena de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* sobre la cucaracha *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*, para medir el porcentaje la eficacia de estos entomopatógenos sobre la cucaracha. En este análisis estadístico

los resultados finales dentro de las 72 horas de ejecución del experimento son: Yurak (*B. bassiana*) alcanzó un porcentaje de eficiencia del 86.6% de eficacia, para Bioinsect (*B. thuringiensis*) tuvo un porcentaje de eficacia del 100% y en Precision health (Alfacipermetrina) generando una eficacia del 100% de mortalidad, de estos resultados tenemos que Bioinsect y Precisión Health sus porcentajes de eficacia son iguales sin importar el tipo de cucaracha en que se aplique, estos dos insecticidas actúan con porcentajes similares en eficacia producida dentro de las 72 horas, y en el caso del insecticida Yurak aunque su porcentaje de eficacia sea un poco menor esto no quita su capacidad de tener eficacia en generar la mortalidad en las dos especies de cucarachas siendo así que su porcentaje no es nada despreciable y también se le considera eficaz. Por otro lado, en otras investigaciones presentaron diferencias significativas con los resultados de eficacia en la investigación de Mudoji, Das y Kanta. (2017) para *Beauveria bassiana* aplicada en la cucaracha *P. americana* obtuvo un 74% de eficacia generando mortalidad, pero también menciona que este resultado de la mortalidad varió del 12% al 20% entre el tercer y quinto día después del tratamiento. Por otro lado, para Zhang et al. (2017) en su investigación sobre el control biológico de *Beauveria bassiana* aplicado hacia la *Blattella germanica* Menciona los siguientes resultados obtenidos, la eficacia en la cucaracha *B. germanica* alcanzó un 89.3% de eficiencia y que la mortalidad fue significativa en todos los grupos que puso a tratamiento, pero, además, comenta que amplió el tiempo de acción de este insecticida hasta llegar al 100% de mortalidad en todas las cucarachas *B. germanica* que empleo en su investigación. Para Zulfiana et al. (2018) que en su investigación eficacia de *Bacillus thuringiensis* sobre *Periplaneta americana* y *Blattella germanica*, mostró que sus resultados de la eficacia en las dos especies de cucarachas fueron causados por los aislados bacterianos de *B. thuringiensis*, su método de pulverización con el insecticida bacteriano contribuye a una tasa de eficacia de 92.2% para *Blattella germanica*, mientras tanto para la *Periplaneta americana* obtuvo una tasa de mortalidad del 80% enfatiza que en su investigación corroboró de que la bacteria entomopatógena *B. thuringiensis* tiene eficacia para controlar biológicamente a las cucarachas mediante el método de pulverización. Estos valores encontrados dentro de la investigación realizada y de investigaciones de los autores citados afianzan más la posibilidad de que los entomopatógenos proporcionan una eficacia muy

significativa que apoya a que se pueda utilizar como una nueva alternativa al momento de emplearlos para el control de biológico de cucarachas, pero también en el manejo y control de otras plagas.

El siguiente objetivo específico consistió en la evaluación del porcentaje de mortalidad que generan los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* en la cucaracha *Blattella germanica* y *Periplaneta americana*. Luego de procesar y analizar los datos estadísticamente los resultados finales dentro de las 72 horas de ejecución del experimento son: Yurak (*B. bassiana*) alcanzó un porcentaje de eficiencia del 86.6% de mortalidad, para Bioinsect (*B. thuringiensis*) alcanzó un porcentaje de eficiencia del 100% de mortalidad y en Precision health (*Alfacipermetrina*) generando una tasa del 100% de mortalidad, de estos resultados tenemos que bioinsect y precisión health sus porcentajes de mortalidad son iguales sin importar el tipo de cucaracha en que se aplique estos dos insecticidas actúan con porcentajes similares en la mortalidad producida dentro de las 72 horas después de aplicar los tratamientos y en el caso del insecticida Yurak aunque su porcentaje de mortalidad sea un poco menor esto no quita su capacidad de producir efectos de mortalidad en las dos especies de cucarachas siendo así que su porcentaje no es nada despreciable y también se le considera notable en su proceso de generar mortalidad. Comparando con los resultados de mortalidad en la investigación de Damas. (2014) en donde desarrolla su investigación aislamiento y efectividad de *Beauveria bassiana* para el control biológico de la cucaracha *P. americana*, expresa los siguientes resultados, el tratamiento C2 tuvo un 82.40% de mortalidad mientras que el tratamiento C3 alcanzó un 93.66% de mortalidad, lo cual menciona que los resultados son significativos entre sí y que contrastan el desarrollo de efecto de mortalidad que *Beauveria bassiana* genera en la cucaracha. Para Yuan. (2019) cuya investigación habla sobre los avances en el control biológico en la cucaracha *Blattella germanica*, a través de ejecutar tres pruebas encontró que el índice de mortalidad alcanzada fue de 95.2%, por lo que determinó que el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* tiene un valor potencial para controlar la *Blattella germanica*, por lo que la virulencia de este entomopatógeno es efectiva y genera porcentaje de mortalidad muy significativos. Por lo que también cabe mencionar la mortalidad producida tanto por *Beauveria bassiana* y *Bacillus*

*thuringiensis* se produce en mayor o menor porcentaje dependiendo de qué cucaracha es más susceptible a estos dos entomopatógenos, presentan un porcentaje de mortalidad, 72 horas después de los tratamientos, *B. germanica* (98.8%), *P. americana* (92.2%), con lo que se puede determinar de que para *B. germanica* es más susceptible independientemente al tipo de insecticida con que se aplique.

## VI. CONCLUSIONES

El análisis de la mortalidad de las cucarachas como término general, constituye a la cantidad de muertes por especie de cucaracha *Periplaneta americana* y *Blatella germanica* por efecto de los entomopatógenos *Beauveria Bassiana* y *Bacillus thuringiensis* utilizados como productos biológicos, que fue constituido en tres tiempos (24 horas - 48 horas y 72 horas), por lo cual se llega a concluir que en 24 horas el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis*, genera más cantidades de muertes de ambas especies de cucarachas es decir tu tasa de mortalidad del entomopatógeno empleado es óptimo para el control de cucarachas *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*, y en 48 horas su mortalidad del entomopatógeno mencionado, de ambas especies de cucarachas llegan al 100% su mortalidad.

Se compararon los diferentes tipos de entomopatógenos *Beauveria Bassiana* y *Bacillus thuringiensis* contra las cucarachas *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*, donde se concluye que el entomopatógeno más eficaz es el *Bacillus thuringiensis*, representado en el producto biológico Bioinsect, ya que en 24 horas realizó una buena cantidad de muertes de ambas especies de cucarachas es decir y es considerado de acuerdo a la investigación realizada que es óptimo como uso de insecticida biológico para el control de las cucarachas.

Los niveles de porcentaje respecto a la mortalidad de cucaracha de acuerdo al a los tres tiempos utilizados (24 horas, 48 horas y 72 horas), teniendo como conclusión que el porcentaje de mortalidad de las cucarachas *Periplaneta americana* y *Blatella germanica* con insecticida utilizado del *Bacillus thuringiensis*, llegó al 100 % de mortalidad, mientras que el insecticida *Beauveria Bassiana* no completó el 100% la mortalidad de las cucarachas de ambas especies.

## VII. RECOMENDACIONES

Siempre es necesario realizar un experimento de prueba previo antes al experimento definitivo, con el fin de que existan muchos factores que no se pudieron haber notado en el planteamiento del proyecto de tesis. Es muy notable decir que realizar investigaciones con seres vivos siempre genera resultados inesperados que pueden ser reducidos al mínimo con un buen planteamiento del proyecto y con experimentaciones previas.

Se recomienda realizar tratamientos a mayor escala, para ello debe ser indispensable contar con una colonia abundante de cucarachas *P.americana* y *B.germanica*, lo cual esto permitirá un buen proceso de recolección de datos y resultados, que para la aplicación y el control de las cucarachas por agentes biológicos depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, no debe tener desgaste ni daños en el orificio de la boquilla de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de los conidios.

Se recomienda emplear otros tipos de hongos entomopatógenos, exclusivamente como insecticida biológico para el control de las cucarachas. *P.americana* y *B.germanica*, para una alternativa sostenible.

Es recomendable que el presente trabajo de investigación tenga en cuenta y posea una metodología innovadora lo cual permitirá analizar más a detalle el comportamiento de las cucarachas con el insecticida de agente biológicos utilizado, Por eso considero que es muy importante realizar la misma metodología empleada en esta tesis para evaluar el comportamiento de las cucarachas *P.americana* y *B.germanica*.

## REFERENCIAS

Aguirre Varela, Ailín D. A.\*Bertolotti, María A, Cagnolo, Susana R. (2021). Susceptibilidad de *Periplaneta americana* (Blattodea: Blattidae) a dos aislados de *steinernema rarum* (Rhabditida: Steinernematidae) de la provincia Córdoba Argentina, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, p. 40-47, ISSN 1851-7471.

Abhilisa Mudoj, Purnima Das y Lakshmi Kanta Hazarika. (2017). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. (KR855715) contra *Periplaneta americana* (L.), Universidad Agrícola de Assam, Jorhat, Assam, India, Revista de estudios de entomología y zoología 2017; 5 (4).

Abhilisa Mudoj, Purnima Das, Lakshmi Kanta Hazarika, Karishma Das, Somnath Roy. (2019). Variaciones en el perfil de hemocitos inducidas por *Beauveria bassiana* en *Periplaneta americana*. Jorhat, Assam 785013, India. Departamento de entomología, Universidad Agrícola de Assam.

Carrillo Rayas, María Teresa; Blanco Labra, Alejandro. (2016). Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga, Acta universitaria dirección de apoyo a la investigación, Universidad de Guanajuato México, ISSN: 0188-6266.

Chang Won Jang, Young Ran Ju, Kyu Sik Chang. (2016). Susceptibilidad insecticida de recolectados en el campo *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) en Busan, República de Corea. Chungbuk 363-951, Corea. Centro de investigación de Corea para el control y la prevención de enfermedades. Instituto Nacional de Salud.

Christos I. Rumbos, Christos G. Athanassiou. (2016). El uso de nematodos entomopatógenos en el control de insectos de productos almacenados, Laboratorio de Entomología y Zoología Agrícola Universidad de Thessaly, Phytokou str., N. Ionia, Magnesia, 38446 Volos, Grecia.

Deni Zulfiana, Monaliza Sekar Rini, Bramantyo Wikantyo. (2018). Prueba de eficacia en algunos aislados bacterianos entomopatógenos del *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* Cucarachas (Ortóptero) a escala de laboratorio, Centro de Investigación de Biomateriales, Instituto de Ciencias de Indonesia, Indonesia, ISSN 2338-7610.

Fabio Gosetti, Bianca Bolfi, Ugo Chiuminatto, Marcello Manfredi, Elisa Robotti, Emilio Marengo. (2017). La fotodegradación del insecticida alfa-cipermetrina puro y formulado da lugar a diferentes productos. Viale T. Michel 11, 15121Alessandria, Italia. Departamento de Ciencia e Innovación Tecnológica, Universidad de Piamonte Orientale.

Francisco Hernández Rosas, Luis Andrés García-Pacheco, Katia Angélica Figueroa-Rodríguez. (2019). Análisis de las investigaciones sobre *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en los últimos 40 años, Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56250, Revista mexicana de ciencias agrícolas.

Fan Zhang, Xiao X Sun, Xian C Zhang, Shuo Zhang. (2017). Las interacciones entre la microbiota intestinal y los hongos entomopatógenos: un enfoque potencial para el control biológico de *Blattella germanica* (L.), Centro de Control y Prevención de Shandong, Jinan, República Popular de China.

Federico Marini, Beata Walczak. (2019). Proyección de objetivo ANOVA (ANOVA-TP), Datos diseñados y el análisis de varianza, *Comprehensive Chemometrics* 2da edición: Análisis de datos químicos y bioquímicos, Universidad de Roma La Sapienza, Roma, Italia.

Gabriela Damas Buenrostro. (2014). Aislamiento y Efectividad de *Beauveria bassiana* para el Control Biológico de la Cucaracha Urbana *Periplaneta americana* L. Compatibility of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. with several pesticides, Toronto Canada, *Int. J. Agri. Biol.* 9(1): 31-34.

Gabriela Hernández Ramírez, Juan Romero Padilla, Josafhat Salinas Ruiz y Hussein Sánchez Arroyo. (2020). Análisis estadístico de patogenicidad de *Beauveria bassiana* contra la cucaracha alemana *Blattella germanica*. ITS Tierra Blanca, Veracruz, México. Ingeniería de procesos Biotecnológicos y Alimentarios, Tecnológico Nacional de México. ISSN 0958-3157.

Gholamreza Salehi Jouzani, Elena Valijanlian, Reza Sharafi. (2017) *Bacilo thuringiensis*: un insecticida exitoso con nuevas características y novedades ambientales. Fahmideh Blvd, 31535-1897, Karaj, Irán. Departamento de biotecnología Microbiana. Instituto de Investigación de Biotecnología Agrícola de Irán.

James Cutler, Kathryn Hughes y Robbie Rae. (2017). Susceptibilidad de las cucarachas (*Gromphadorhina portentosa*, *Nauphoeta cinerea* y *Blattella germanica*) expuestas a nematodos entomopatógenos, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad, Byrom Street, Liverpool L33AF, Reino Unido.

José Guadalupe Ávila Hernandez, María Luisa Carrillo Inungaray, Reynaldo De la Cruz Quiroz, Jorge Enrique Wong Paz, Diana Beatriz Muñoz Márquez, Roberto Parra, Cristóbal N. Aguilar, Pedro Aguilar Zarate. (2020). *Beauveria bassiana* metabolitos secundarios: una revisión dentro de sus sistemas de producción, biosíntesis y bioactividades. Ciudad valles, San Luis Potosí, CP79060, México. Laboratorio de investigaciones de alimentos, Facultad de estudios Profesionales zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosi. ISSN: 2448-6590.

Joya M. Payne, M. Keith Kennedy, John B. Randall. (2014). Aislamientos de *Bacillus thuringiensis* activos contra las cucarachas y genes que codifican las toxinas activas de las cucarachas, Servicio de Investigación Agrícola (NRRL), Northern Regional Research Center, 1815 North University Street, EEUU.

Juan Luis Jurat Fuentes, Trevor A. Jackson. (2015). Entomopatógenos bacterianos, insect pathology research center, Universidad de Tennessee, Knoxville, Tennessee, EE. UU.

Juan Manuel Ballesteros Torres. (2014). Factores nutricionales que afectan la actividad insecticida de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin contra *Periplaneta americana*, Production of blastospore of entomopathogenic *Beauveria bassiana* in a submerged batch culture. *Mycobiol.* 37(3): 218-224.

Kaakeh, W., Reid, BL Bohnert, TJ Bennett. (2014). Potencial de los hongos entomopatógenos en el manejo de la resistencia a los insecticidas, Universidad Agrícola de Tamil Nadu, Estación de Investigación Regional, Vridha chalam-606 001, Tamil Nadu, India, *Journal of Biopesticides*, 2 (2): 182-191.

Lacey.La, Davidson. (2015). Entomopatógenos utilizados como agentes de control microbiano, IP Consulting International, Yakima, WA, Estados Unidos.

Leopoldo Palma, Delia Muñoz, Colin Berry, Jesús Murillo, Primitivo Caballero. (2014). Bacilo turingiense Toxinas: una descripción general de su actividad biocida. Pamplona 31006 Navarra España. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. ISSN 2072-6651.

Lei Qiu, Sheng-Xin Nie, Shun-Juan Hu, Shou-Juan Wang, Juan-Juan Wang. (2020). Cribado de *Beauveria bassiana* con alto potencial de biocontrol basado en mutagénesis ARTP y FACS de alto rendimiento, Escuela de Ciencia y Tecnología Biológicas, Universidad de Jinan, Jinan, China.

Mary E. Barbercheck y Harry K. Kaya. (2021). Interacciones competitivas entre nematodos entomopatógenos y *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) en el suelo Departamentos de Entomología y Nematología, Universidad de California, Davis, California 95616.

Mahsa Fardisi, Ameya D. Gondhalekar, Aaron. Ashbrook y Michael E. scharf. (2019). Respuestas evolutivas rápidas a las intervenciones de manejo de la resistencia a los insecticidas por parte de la cucaracha alemana (*Blattella germanica*). West Lafayette, In, 47907, EE.UU. Departamento de entomología, Universidad de Purdue.

Marily Gonzales Castillo, Cristóbal Noe Aguilar, Raul Rodríguez Herrera. (2014). Control de insectos plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: Retos y Perspectivas. Saltillo, México. Departamento de Investigación en Alimentos. Universidad autónoma de Coahuila.

Ma. de Lourdes Pacheco Hernández, J. Francisco Reséndiz Martínez, Víctor J. Arriola Padilla. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP. México, Rev. mex. de ciencias. forestales vol.10 no.56 México.

Mariah Valente Baggio-Deibler, Marcelo da Costa Ferreira, Antonio Carlos Monteiro. (2018). Manejo de las ootecas de la cucaracha americana: el potencial del control de hongos entomopatógenos, Departamento de Biología Aplicada, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil, artículo científico de patología de invertebrados.

Mikel Domínguez Arrizabalaga, Maite Villanueva, Baltasar Escriche, Carmen Ancín Azpilicueta. (2020). Actividad insecticida de *Bacillus turingiensis* Proteínas contra las plagas de coleópteros, Instituto de Investigación Multidisciplinar en Biología Aplicada, Universidad Pública de Navarra, 31192 Mutilva, Navarra, España.

Monchan Maketon, Apinya Hominchan y Dararat Hotaka. (2014). Control de la cucaracha americana (*Periplaneta americana*) y de la cucaracha alemana (*Blattella germanica*) por nematodos entomopatógenos. Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Kasetsart, Bangkok, Tailandia. Revista de entomología económica.

Motta Delgado Pablo Andrés, Murcia Ordoñez Betselene. (2014). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. Taubate, Brasil. Universidad de Taubate. Ambiente & Agua – An Interdisciplinary Journal of Applied Science. ISSN 1980-993X.

Nickolas G. Kavallieratos, Christos G. Athanassiou, María M. Aountala. (2015). Evaluación de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, y *Isaria fumosorosea* para el Control de *Sitophilus oryzae*, Laboratorio de Entomología Agrícola, Departamento de Entomología y Zoología Agrícola, Instituto Fitopatológico Benaki, Calle Stefanou Delta 8,14561, Kifissia, Attica, Grecia.

Nicolai V Meyling, Samuel Arthur, Katherine E Pedersen, Suraj Dhakal, Nina Cedergreen, Brian L Fredensborg. (2018). Implicaciones de la secuencia y al momento de la exposición para la sinergia entre los insecticida piretroide alfa-cipermetrina y el entomopatógeno hongo *Beauveria bassiana*. Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C, Dinamarca. Departamento de ciencias vegetales y Ambientales. Universidad de Copenhague.

Paul K. Abram A, Roselyne M. Labbé B, Peter G. Mason. (2021). Clasificación de la gama de hospedadores de agentes de control biológico con métricas cuantitativas, Centro de Investigación y Desarrollo Agassiz, Agriculture and Agri-Food Canadá, Agassiz, Columbia Británica, Canadá.

Ramón Georgis y Harry K. Kaya. (2021). Formulación de nematodos entomopatógenos, Biocontrol Sci University, (ed. H. Metzner), Academic Press, Nueva York, págs. 104-106.

Rayssa Fátima Hubner Campos, Renan Nunes Leles, Juscelino Rodríguez. (2014). Eficacia de hongos entomopatógenos hypocreales contra *Periplaneta americana*, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil, Article of Parasitology International.

SE Jandricic, M. Filotas B, JP Sanderson, SP Wright. (2014). Patogenicidad de las preparaciones de hongos entomopatógenos a base de conidios contra los áfidos de las plagas de invernadero *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, y *Aulacorthum solani*, Departamento de Entomología, Comstock Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853, EE. UU.

Semih Yılmaz, Abdurrahman Ayvaz, Mikail Akbulut. (2014). A novel *Bacillus thuringiensis* strain and its pathogenicity against three important pest insects, Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Osmaniye, Turkey, *Journal of Stored Products Research* 51, p.33 - 40.

Tamara Otzen, Carlos Manterola. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio, instituto, J, *Morphol*, Chile, p. 227-232.

Wenbin Liu, Lirong Wu, Jie Wang, Xiaobo Li, Xiaobao Jin, Jiayong Zhu. (2020). Actividad de los entomopatogenos *Bacillus thuringiensis* contra *Periplaneta americana* y *Blattella germanica*. 1023 Shatai South Road, Guangzhou 510515, PR China. Facultad de ciencias Farmacéuticas, Universidad Medica Del Sur.

Xiao Yuan Pan, Fan Zhang. (2019). Avances en el control biológico de la cucaracha alemana, *Blattella germanica*, (L), Universidad Normal de Shandong, 88 East Wenhua Road, Jinan 250014, República de China.

Xian C. Zhang, Xiao X. Li, YiW. Gong, Ya R. Li, Kai L. Zhang, Yan H. Huang, y Fan Zhang. (2018). Aislamiento, identificación y virulencia de una nueva *Metarhizium anisopliae* Colar la cucaracha alemana, Universidad Normal de Shandong, 88 East Wenhua Road, Jinan 250014, Pueblo de la República de China, *Revista de Entomología Económica*, XX (X), 2018, 1–6.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Cuadro de porcentaje de mortalidad de la cucaracha *P. americana* y *B. germanica* al termino de las 24 horas después de iniciado la aplicación de los tratamientos insecticida.

N°	Tipo de insecticida	Tipo cucaracha	Mortalidad (%)	N° poblacional	Vivos	Muertos
1	Yurak	<i>P. americana</i>	0	10	10	0
2	Yurak	<i>P. americana</i>	0	10	10	0
3	Yurak	<i>P. americana</i>	0	10	10	0
4	Yurak	<i>B. germanica</i>	20	10	8	2
5	Yurak	<i>B. germanica</i>	0	10	10	0
6	Yurak	<i>B. germanica</i>	20	10	8	2
7	Bioinsect	<i>P. americana</i>	60	10	4	6
8	Bioinsect	<i>P. americana</i>	90	10	1	9
9	Bioinsect	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
10	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
11	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	90	10	1	9
12	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
13	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
14	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
15	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
16	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
17	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
18	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10

**Anexo 2:** Cuadro de porcentaje de mortalidad de la especie de cucaracha *P.americana* y *B. germánica* al termino de las 48 horas de iniciado la aplicación de los tratamientos insecticida.

N°	Tipo de insecticida	Tipo cucaracha	Mortalidad (%)	N° poblacional	Vivos	Muertos
1	Yurak	P. americana	50	10	5	5
2	Yurak	P. americana	60	10	4	6
3	Yurak	P. americana	70	10	3	7
4	Yurak	B. germanica	80	10	2	8
5	Yurak	B. germanica	70	10	3	7
6	Yurak	B. germanica	80	10	2	8
7	Bioinsect	P. americana	90	10	1	9
8	Bioinsect	P. americana	100	10	0	10
9	Bioinsect	P. americana	100	10	0	10
10	Bioinsect	B. germanica	100	10	0	10
11	Bioinsect	B. germanica	100	10	0	10
12	Bioinsect	B. germanica	100	10	0	10
13	Precision Health	P. americana	100	10	0	10
14	Precision Health	P. americana	100	10	0	10
15	Precision Health	P. americana	100	10	0	10
16	Precision Health	B. germanica	100	10	0	10
17	Precision Health	B. germanica	100	10	0	10
18	Precision Health	B. germanica	100	10	0	10

**Anexo 3:** Cuadro de porcentaje de mortalidad de la especie de cucaracha *P. americana* y *B. germanica* al finalizar las 72 horas de la aplicación de los tratamientos insecticida.

N°	Tipo de insecticida	Tipo cucaracha	Mortalidad (%)	N° poblacional	Vivos	Muertos
1	Yurak	<i>P. americana</i>	80	10	2	8
2	Yurak	<i>P. americana</i>	70	10	3	7
3	Yurak	<i>P. americana</i>	80	10	2	8
4	Yurak	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
5	Yurak	<i>B. germanica</i>	90	10	1	9
6	Yurak	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
7	Bioinsect	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
8	Bioinsect	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
9	Bioinsect	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
10	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
11	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
12	Bioinsect	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
13	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
14	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
15	Precision Health	<i>P. americana</i>	100	10	0	10
16	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
17	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10
18	Precision Health	<i>B. germanica</i>	100	10	0	10

**Anexo 4:** Cuadro de abreviaciones, siglas y significados.

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
EP	Entomopat6geno.
P.a	<i>Periplaneta americana.</i>
B.t	<i>Bacillus thuringiensis.</i>
MIP	Manejo Integral de plagas.
(**)	Altamente Significativo.
(ns)	No significativo.
FV	Fuente de variaci3n.
Sc	Suma de cuadrados.
GI	Grados de libertad.
CM	Cuadrado Medio.
FC	F calculado.
P- valor	Valor de probabilidad.
(u/e)	Unidades experimentales.

**ANEXO 5.** Ficha técnica del insecticida químico Precisión Health (Alfacipermetrina).

	<b>FICHA TÉCNICA</b>	Revisión: Aprobado: JR Fecha: 19-07-2018 Página: 1 de 2
		

**PRECISION HEALTH® (i.a. Alfacipermetrina 10% EC)**



I. IDENTIDAD	
Nombre comercial	<b>PRECISION HEALTH®</b>
Ingrediente Activo	Alfacipermetrina
Concentración	10 %
Formulación	Concentrado Emulsionable
Clase de uso	Insecticida de uso Industrial y en Salud Pública
Grupo químico	Piretroide
Categoría toxicológica	Moderadamente peligroso – Dañino. (II)
Resolución Directoral	R.D. N° 2682-2018/DCEA/DIGESA/SA
Titular del Registro, Fabricante y Comercializador	INATEC PERÚ S.A.C.
II. CARACTERÍSTICAS	
Mecanismo y modo de acción.	<p><b>PRECISION HEALTH®</b> es un poderoso insecticida de efecto fulminante que interfiere en el sistema nervioso del insecto inhibiendo la acción del GABA (inhibidor neurotransmisor de ácido - aminobutírico).</p> <p><b>PRECISION HEALTH®</b> posee buena residualidad y tiene amplio espectro de acción siendo recomendado para el control de insectos plagas y vectores de enfermedades como moscas, zancudos, mosquitos, etc. y también contra plagas rastreras como cucarachas y pulgas en todo tipo de superficies inertes, en ambientes industriales, comerciales, campañas de salud pública y afines.</p>
III. INFORMACIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO	
Consideraciones durante la preparación y aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>PRECISION HEALTH®</b> se aplica diluido en agua, prepara una premezcla, distribuyendo la cantidad necesaria en un balde, verter luego al tanque de aplicación y completar la cantidad de agua requerida.</li> <li>▪ La mezcla debe aplicarse el mismo día de su preparación, nunca dejarla para el día siguiente. Es preferible usar la solución o mezcla preparada dentro de las primeras 12 horas.</li> </ul>

	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>Revisión:</b> <b>Aprobado: JR</b> <b>Fecha: 19-07-2018</b> <b>Página: 2 de 2</b>
		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PRECISION HEALTH®</b> puede ser aplicado con cualquier equipo de pulverización manual o motorizado.</li> <li>• Usar guante, máscara y ropa protectora durante la preparación y aplicación del producto.</li> <li>• <b>PRECISION HEALTH®</b> es compatible con la mayoría de plaguicidas.</li> </ul>
--	---

#### Dosis y Recomendaciones de uso

Para aspersoras de mochila manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saneamiento ambiental – Industrial:</b>  <i>Insectos voladores (moscas):</i>            Usar 5 mililitros de <b>PRECISION HEALTH®</b> por cada litro de agua.  <i>Insectos rastreros (cucharadas):</i>            Usar 5 mililitros de <b>PRECISION HEALTH®</b> por cada litro de agua.</li> <li>• <b>Salud Pública:</b>  <i>Insectos vectores (Mosquito):</i> Vector del Dengue, Fiebre amarilla (<i>Aedes spp.</i>).            Usar 100 ml de <b>PRECISION HEALTH®</b> por mochila de 20 L de agua.</li> </ul>
Para bombas de mochila a motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicar las dosis para mochilas manuales.</li> </ul>
Para nebulizadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saneamiento Ambiental:</b> Usar de 20 a 30 mililitros de <b>PRECISION HEALTH®</b> por litro de solvente (agua, diésel 2, o aceite vegetal).</li> </ul>
Periodo de reingreso	2 horas

#### IV. USO SEGURO DEL PRODUCTO

Precauciones	<p><b>PRECISION HEALTH®</b> es un producto moderadamente peligroso, por lo que, deben observarse las siguientes precauciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar comer beber y fumar durante las operaciones de mezcla y aplicación.</li> <li>• Conservar el producto en su envase original tapado y sellado .</li> <li>• Utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado durante el manipuleo y la aplicación del producto.</li> <li>• Mantener el producto bajo llave lejos del alcance de los niños y de animales domésticos.</li> <li>• No almacenar el producto junto con alimentos ni medicinas.</li> <li>• Prohibido aplicar el producto directamente a animales domésticos ( jardines, cultivos, etc)</li> </ul>
Manejo y Disposición de desechos y envases vacíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Después de usar el contenido, enjuague tres veces el envase y vierta la solución en la mezcla de aplicación y luego inutilícelo, triturándolo o perforándolo y depositelo en el lugar destinado por las autoridades locales para este fin.</li> <li>• Realizar obligatoriamente el triple lavado del presente envase.</li> <li>• Devuelva el envase triple lavado al centro de acopio autorizado.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  </div>

## Anexo 6. Ficha técnica del insecticida biológico Yurak (*Beauveria bassiana*).



PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA LA AGRICULTURA EIRL

### **YURAK WP** (*Beauveria bassiana*)

Cepa CCB LE-265

#### PRESENTACIÓN:

Contenido Neto: 0.2 Kg, 0.5 Kg, 1 Kg polvo mojable (wp)

#### COMPOSICIÓN:

Concentración: Contiene > 1.5 x10<sup>10</sup> conidios/g  
Ingrediente inerte: c.p.s. 1 Kg.

Registro N°300-SENASA

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

*YURAK WP* es hongo entomopatógeno que viven a expensas de insectos de diferentes órdenes de insectos en forma natural, no causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad pH y temperatura para su natural dispersión e infección.

#### MODO DE ACCIÓN

*YURAK WP* actúa por contacto en los diferentes estadios del insecto plaga. Las conidias, son las unidades infectivas (llamado también semillas), penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto.

#### APLICACIÓN FOLIAR

#### DOSIS

200 g / 200 litros de agua.

#### ALMACENAMIENTO

Por ser un microorganismo vivo es afectado por condiciones climáticas extremas. Se recomienda mantener el producto bajo sombra (temperatura menor a 24° C), en un ambiente limpio y con buena aireación como **máximo por 6 meses**. Al recibirlos trasladarlos inmediatamente al lugar en donde permanecerán hasta su uso. Pudiendo permanecer hasta por 2 años en refrigeración a temperatura de 7- 10 C°.

#### RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DEL YURAK

- Evaluar el nivel de infestación de la población de la plaga en el cultivo, antes de la aplicación del *YURAK WP*. La programación de aplicación no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados, etc.
- El empleo de *YURAK WP* no debe limitarse exclusivamente a lugares con alta humedad relativa, debido a que el aceite que se emplea en la preparación de la solución, tiene como función encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. También se debe considerar que la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo.
- La aplicación del *YURAK WP* debe hacerse por la tarde cuando la radiación solar no es muy fuerte.

www.pba.pe

Mz 5, Lte 18, AH Laura Caller Iberico, Los Olivos – Lima.

Teléfono: (511) 659-5117 RPC: 991-252570 ASESORÍA TÉCNICA : 991252570

E-mail: ventas@pb.pe



## PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA LA AGRICULTURA EIRL

- El éxito de la aplicación y el control con *YURAK WP* depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, no debe tener desgaste ni daños en el orificio de la boquilla de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de las conidias. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de fungicidas.
- Para obtener mejores resultados se debe realizar una segunda aplicación a los 5 ó 7 días después de la primera aplicación, es recomendable realizar de 3 a 4 aplicaciones, determinando los intervalos de aplicación de acuerdo a las evaluaciones, así como a la biología de la plaga a tratar. En el caso de pulgones se recomienda la segunda aplicación a los 5 días después de la primera aplicación y las posteriores a los 7 o 15 días de acuerdo a las evaluaciones.

### COMPATIBILIDAD

- ✓ *YURAK WP* es compatible con herbicidas, fertilizantes de reacción ácida.
- ✓ *YURAK WP* es compatible con productos biológicos formulados con base de hongos o bacterias.
- ✓ *YURAK WP* es compatible con abonos foliares y aminoácidos.
- ✓ *YURAK WP* no es compatible con fungicidas, productos de reacción alcalina (pH mayor a 7.5). No use fungicidas foliares durante los cuatro días anteriores tres posteriores a la aplicación de *YURAK WP*.

En cualquier mezcla debe comprobarse la compatibilidad.

### PLAZO DE SEGURIDAD

*YURAK WP*, no necesita plazo de seguridad.

### INSTRUCCIONES DE EMPLEO

Para lograr una mayor eficacia en la aplicación de *YURAK WP* se recomienda utilizar aguas de pH entre 5.5 – 7.0 y de dureza entre 120 – 150 ppm de CO<sub>3</sub>Ca. Para corregir el agua deben utilizarse un ablandador de la dureza y un corrector del pH.

1. Luego en un envase (balde) conteniendo 5 litros de agua calibrada, por cada sobre de 200g de *YURAK WP* agregar 50 ml aceite agrícola vegetal (carrier, natural oil), luego agitar hasta formar una emulsión, dejar hidratar por 30 minutos.
2. Agitar la mezcla y verterla en el cilindro o tanque conteniendo agua no clorada., de acuerdo a las dosificaciones señaladas.
3. Agitar la mezcla y verterla al cilindro o tanque para la aplicación.
4. Dirigir la aspersión a nivel foliar.

Una vez hecha la emulsión verterla en el volumen total de agua a aplicar. Aplicar con equipos con boquillas cónicas de baja descarga y gota fina. Calibrar el equipo antes de iniciar la aspersión. Agite periódicamente el caldo durante la mezcla y aplicación. Libere el producto el mismo día en que se realizó la mezcla. Las aplicaciones deben realizarse preferiblemente entre 6:00 y 10:00 a.m. y después de las 4:00 p.m. o a cualquier hora en días nublados para evitar al máximo los rayos ultravioleta del sol que afectan las conidias. Debe realizarse un manejo integrado del cultivo (MIC) que involucra las prácticas culturales, control biológico, físico, químico, y mecánico al igual que las demás labores del cultivo.

## Anexo 7. Ficha técnica del insecticida biológico Bioinsect (*Bacillus thuringiensis*).



REINMARK S.R.L.  
Telf: 998250643 / (01) 574-7044 ventas@reinmark.com

### BIOINSECT Insecticida Biológico

**BIOINSECT®** es una nueva fórmula biológica basada en proteínas específicas producidas por cepas de *Bacillus thuringiensis*, obtenidas por biotecnología.  
[www.peruvet-vademecum.com/detalleproducto.php?prod=BIOINSECT](http://www.peruvet-vademecum.com/detalleproducto.php?prod=BIOINSECT) 3/6

20/10/21 20:45

Productos - PerúVet Vademecum Veterinario

#### COMPOSICIÓN:

##### • Fracción Biológica

Cada 500 ml contiene:

*Bacillus thuringiensis* 15 g\*  
Esporas y toxinas (var. *Tenebrionis*, *aizawai*, *israelensis*, *kurstaki*)

Acidificante glicol 8 g

Excipientes inertes c.s.p. 500 ml

\*Contiene como mínimo  $9 \times 10^9$  ufc/g

##### • Fracción Diluyente

Cada 500 ml contiene:

Dispersantes 83 g

Adherentes 20 g

Excipientes inertes c.s.p. 500 ml

#### MECANISMO DE ACCIÓN:

Una vez ingeridas las esporas del *Bacillus thuringiensis* por los insectos, estos por acción de los jugos intestinales son liberados y producen entomotoxinas, permitiendo su entrada y replicación, muriendo los insectos a consecuencia de la septicemia.

#### BENEFICIOS:

- Acción adulticida, elimina el mayor porcentaje de población de insectos.
- Efectivo en control de insectos resistentes a insecticidas químicos.
- No genera resistencia directa ni cruzada con otros insecticidas biológicos ni químicos.
- Puede ser aplicado en presencia de animales.
- Biodegradable, no contamina el suelo ni el agua.

#### INDICACIONES DE USO Y DOSIFICACIÓN:

Aplique directamente sobre la cama de las aves y criadero de cerdos.

En los ambientes se debe cubrir toda la superficie de paredes, techos, palos.

Adicione 100 ml de la fracción diluyente a una mochila de 20 litros.

Mezcle bien.

Adicione 100 ml de la fracción biológica.

20 litros de la solución pueden ser usados para asperjar 200 m<sup>2</sup>.

Use agua libre de cloro y carbonatos.

Use mochilas limpias, sin desinfectantes y otros productos químicos.

#### PRESENTACIÓN:

Fracción Biológica: Frasco por 500 ml

Fracción Diluyente: Frasco por 500 ml