

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“Efecto del extracto *Hura crepitans* L. en el control de *Spodoptera frugiperda* J.
E. Smith en *Zea mays* L. en Imperial – Cañete”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Percy Valentín Luyo Ruiz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9501-604X>

ASESOR:

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3612-9730>

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Investigación experimental

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Producción agrícola

CAÑETE-PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

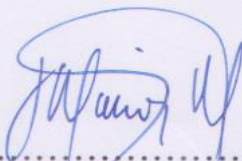
**“Efecto del extracto *Hura crepitans* L. en el control de *Spodoptera frugiperda* J.
E. Smith en *Zea mays* L. en Imperial – Cañete”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

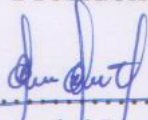
PRESENTADO POR:

Percy Valentín Luyo Ruiz

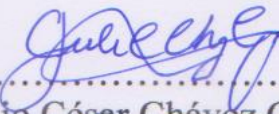
APROBADA POR:



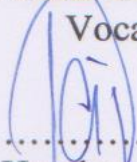
.....
Dr. Jorge Luis Muñoz Marticorena
Presidente



.....
Dra. Betsabé León Ttacca
Secretario



.....
Dr. Julio César Chávez Galarza
Vocal



.....
Dr. Mario Humberto Taipe Cancho
Asesor



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Cañete, en la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, siendo las 10: 00 horas, del día 20 de Julio del 2023, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor, designados por Resolución de Vicepresidencia Académica N°018-2020-UNDC.

Presidente(a): Dr. Jorge Luis Muñoz Marticorena
Secretario (a): Dra. Betsabé León Ttacca
Vocal: Dr. Julio Cesar Chávez Galarza
Asesor: Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Efecto del extracto *Hura crepitans* L. en el control de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en *Zea mays* L. en Imperial- Cañete"; presentada por el Bachiller Percy Valentín Luyo Ruiz, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando la notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelente (20)	Puntaje
Claridad de la exposición		15				
Dominio del tema		15				
Visión holística del trabajo			16			
Promedio						15

El jurado que obtuvo la nota de sustentación, sumó la nota del informe, para obtener la nota final de todo el proceso de investigación

Nota del Informe	Nota de Sustentación	Nota Final
16	15	16

Y, establece como calificación FINAL: 16 (DIECISEIS)

- Aprobado, con nota Regular (...), Bueno (X), Muy Bueno (...), Excelente (...)
- Desaprobado (...)

Por tanto, el graduado se encuentra expedito(s) (X), impedido(s) () para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Siendo las 11:31 Horas se dio por terminado el acto de sustentación.

 Dra. Betsabé León Ttacca Secretario	 Dr. Jorge L. Muñoz Marticorena Presidente	 Dr. Julio C. Chávez Galarza Vocal	 Dr. Mario H. Taipe Cancho Asesor
--	--	--	---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Ley de Creación N° 29488

UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

San Vicente, 29 de Diciembre del 2022

VICEPRESIDENCIA ACADEMICA

CONSTANCIA ANTIPLAGIO DEL SOFTWARE TURNITIN - UNDC

DATOS DEL ALUMNO:

Apellidos y Nombres : Luyo Ruiz Percy Valentín.

Código de Alumno : 1548285471.

Escuela Profesional : Agronomía.

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION:

“Efecto del extracto Hura crepitans L. en el control de Spodoptera frugiperda J. E. Smith en Zea mays L. en Imperial, 2020”

HACE CONSTAR:

El presente documento acredita que el Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **“NO SE CONSIDERA PLAGIO INTENSIONAL AL TENER UN GRADO DE SIMILITUD DEL 11% Y NO SOBREPASAR EL MAXIMO DEL 20% DE SIMILITUD, CONSIDERADO EN EL REGLAMENTO PARA OTORGAR EL GRADO ACADEMICO DE BACHILLER Y TITULO PROFESIONAL EN LA UNDC;** por lo tanto, se considera originalidad del trabajo de Investigación presentado a la *Universidad Nacional de Cañete*, en la UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL



Firmado digitalmente por:
HUAMAN OJEDA PEDRO VICTOR
FIR 15430085 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 29/12/2022 18:16:48-0500

Prof. Pedro V. Huamán Ojeda
Asistente de Biblioteca

FIRMA DIGITAL DE CONFORMIDAD

Se expide este documento para los fines pertinente.

Adj. Trabajo de Investigación presentado, con las correcciones y estadística en PDF.

Sede Académica: Casa de la Cultura Av. Mariscal Benavides 1370
San Vicente de Cañete – Lima - Perú

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme estar con salud, porque es nuestro creador, que día a día me permite estar en compañía de él, gracias porque en cada momento transcurrido estas siempre ahí.

A mis progenitores

Valentín Feliciano Luyo Mayta y Edith Victorina Ruiz Ayllón, que actualmente se encuentran delicados de salud, pero sé que saldremos de esta, muy agradecido por sus buenos consejos y enseñanzas que me brindaron desde muy niño en el campo, me ayudaron a ser una persona de bien para seguir la carrera técnica y ahora universitaria, siendo un profesional exitoso y competente.

A la Universidad

A mi centro de estudios universitarios, donde aprendí cada día, y espero seguir inculcándome cada día más, aprendí y compartí muchas experiencias con mis compañeros, eso me fortaleció para ser un profesional exitoso.

AGRADECIMIENTO

A mi familia y asesores por estar orgullosos de mis obtenciones y por el soporte mutuo durante mi establecimiento y avance profesional.

Al Dr. Mario Humberto Taípe Cancho, por ser el impulsor de este majestuoso trabajo, por su pleno apoyo para el desarrollo, ejecución y finalización de la presente investigación, así como sus enseñanzas y buenos deseos en la formación académica.

A la Universidad Nacional de Cañete, por todos los buenos y malos momentos pasados en la etapa universitaria, por ser la impulsora de una buena educación, y formación de calidad competitiva.

A mis amistades y colegas, que contribuyeron a la ejecución y desarrollo de la tesis.

A la magistratura, por todo ese tiempo dedicado a la corrección y mejora de la presente investigación.

Al ingeniero Juan López Berrocal, por el apoyo en campo y las visitas programadas que tuvimos para planificar las estrategias de manejo.

Al ingeniero Iván Borjas Reyna, por el tiempo prestado en campo, y así poder realizar un buen manejo agronómico.

A mis docentes que me inculcaron e impartieron sus enseñanzas durante la etapa universitaria.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. <i>Origen y distribución geográfica del maíz.....</i>	<i>5</i>
2.2.2. <i>Clasificación taxonómica del maíz</i>	<i>5</i>
2.2.3. <i>Morfología del maíz</i>	<i>6</i>
2.2.4. <i>Crecimiento vegetativo y reproductivos del maíz</i>	<i>7</i>
2.3. Spodoptera frugiperda J.E Smith.....	8
2.3.1. <i>Clasificación taxonómica del cogollero.....</i>	<i>8</i>
2.3.2. <i>Aspectos morfológicos y ciclo biológico del cogollero.....</i>	<i>9</i>
2.3.3. <i>Daños de cogollero (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) en maíz</i>	<i>10</i>
2.4. Hura crepitans L.	11
2.4.1. <i>Clasificación taxonómica de Catahua</i>	<i>11</i>
2.4.2. <i>Origen y distribución geográfica de la Catahua</i>	<i>11</i>
2.4.3. <i>Morfología de la catahua</i>	<i>12</i>
2.4.4. <i>Composición química del extracto de Hura crepitans L.....</i>	<i>12</i>

2.5. Marco conceptual	13
III. Materiales y Métodos.....	14
3.1. Lugar de estudio	14
3.1.1. <i>Información meteorológica</i>	15
3.2. Materiales y métodos.....	15
3.2.1. <i>Tipo de investigación</i>	15
3.2.2. <i>Diseño experimental</i>	15
3.2.3. <i>Variables de estudio</i>	16
3.2.4. <i>Tratamientos de estudio</i>	16
3.2.5. <i>Población y muestra</i>	17
3.2.6. <i>Conducción del campo experimental</i>	18
3.2.7. <i>Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos</i>	19
3.2.8. <i>Análisis y procesamiento de datos</i>	19
IV. Resultados y Discusion.....	23
4.1. Resultados.....	23
4.1.1. <i>Porcentaje de población del gusano cogollero (S. frugiperda)</i>	23
4.1.2. <i>Daño ocasionado por el gusano cogollero (S. frugiperda)</i>	37
4.1.3. <i>Crecimiento y rendimiento de la producción de maíz (Z. mays)</i>	40
4.2. Discusiones de resultados.....	43
V. Conclusiones	46
VI. Recomendaciones	47
VII. Referencias Bibliográficas.....	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tamizaje fitoquímico del extracto de la planta <i>H. crepitans</i></i>	13
Tabla 2	<i>Datos meteorológicos</i>	15
Tabla 3	<i>Descripción de los tratamientos</i>	16
Tabla 4	<i>Características del campo experimental</i>	17
Tabla 5	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	19
Tabla 6	<i>Resumen de las pruebas de normalidad y homogeneidad</i>	21
Tabla 7	<i>Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>) después de la primera aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 5 días, en Imperial, 2020</i>	23
Tabla 8	<i>Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la segunda aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 10 días, en Imperial, 2020</i>	26
Tabla 9	<i>Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la tercera aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 15 días, en Imperial, 2020</i>	29
Tabla 10	<i>Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la cuarta aplicación de <i>H. crepitans</i>, en maíz a los 20 días, en Imperial, 2020</i>	31
Tabla 11	<i>Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la quinta aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 25 días, en Imperial, 2020</i>	34
Tabla 12	<i>Efecto del (<i>H. crepitans</i>) en el grado de daño ocasionado por el gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i> J.E Smith), en maíz, Imperial 2020</i>	37
Tabla 13	<i>Promedio del número de cogollo dañados de maíz por efecto del <i>H. crepitans</i>, en Imperial 2020</i>	39
Tabla 14	<i>Promedio de altura de planta maíz por efecto de <i>H. crepitans</i> en Imperial 2020</i>	41
Tabla 15	<i>Promedio de rendimiento de maíz por efecto de <i>H. crepitans</i>, en Imperial 2020</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área experimental	14
Figura 2 Croquis de distribución de los tratamientos	17
Figura 3 Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la primera aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 5 días, en Imperial, 2020.....	25
Figura 4 Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la segunda aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 10 días, en Imperial, 2020.....	28
Figura 5 Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la tercera aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 15 días, en Imperial, 2020.....	30
Figura 6 Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la cuarta aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 20 días, en Imperial, 2020.....	33
Figura 7 Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), después de la quinta aplicación de <i>H. crepitans</i> en maíz a los 25 días, en Imperial, 2020.....	35
Figura 8 Promedio de porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>), en maíz por efecto de las aplicaciones de <i>H. crepitans</i> , Imperial 2020	37
Figura 9 Efecto del <i>H. crepitans</i> , en el grado de daño ocasionado por el gusano cogollero (<i>S. frugiperda</i>) en maíz, Imperial 2020	38
Figura 10 Promedio del número de cogollo dañados de maíz por efecto del <i>H. crepitans</i> , en Imperial 2020.....	40
Figura 11 Promedio de altura de planta maíz por efecto de <i>H. crepitans</i> , en Imperial 2020. ...	41
Figura 12 Promedio de rendimiento de maíz por efecto de <i>H. crepitans</i> , en Imperial 2020.....	42

RESUMEN

La especie *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith es una plaga de amplia distribución mundial, y en nuestro país es conocida con el nombre común de gusano cogollero, que afecta el rendimiento del cultivo de maíz *Zea mays* L. Por su importancia económica es de necesidad la búsqueda de herramientas alternativas al uso indiscriminado del control químico, como por ejemplo la aplicación de extractos biocidas a partir de la planta *Hura crepitans* L. El presente estudio tuvo como objetivo determinar efecto de mortalidad de tres dosis del extracto biocidad de *H. crepitans*. en el control del gusano cogollero *S. frugiperda* en el cultivo de maíz en Imperial - Cañete. Las dosis de aplicación fueron: 37.5ml/10L, 75ml/10L y 150 ml/10L, del extracto diluido en agua. Las variables estudiadas fueron el porcentaje de mortalidad de la población, el daño expresado en escala de grados, y además se evaluó el crecimiento de planta (cm) y el rendimiento total (kg) del maíz amarillo duro. Se utilizó en este experimento un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones (4x3). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.005$), para porcentaje de mortalidad, índice de grado de daño, altura y rendimiento de planta. Todos los tratamientos mostraron mayor número de larvas muertas con respecto al testigo. Por otro lado, el T3 (150 ml/10L) hasta la quinta semana de evaluación, fue superior en todas variables en comparación a los demás tratamientos, obteniéndose siempre los valores más bajos; para índice de grado de daño con 1.71; para número de cogollos dañados con 0.31; y los valores más altos respecto a la altura de planta con 200.04 cm y mayor rendimiento con 10.42 t/há.

Palabras claves: Biocida, control, gusano cogollero, mortalidad, grado de daño.

ABSTRACT

The *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith specie is a pest with a wide worldwide distribution, and in our country, it is known by the common name of fall armyworm, which affects the yield of the corn crop *Zea mays* L. Due to its economic importance, it is necessary to search for alternative tools to the indiscriminate use of chemical control, such as the application of biocide extracts from the *Hura crepitans* L plant. The objective of this study was to determine the mortality effect of three doses of the biocidal extract of *H. crepitans* in the control of the fall armyworm *S. frugiperda* in the corn crop in Imperial - Cañete. The application doses were: 37.5ml/10L, 75ml/10L and 150ml/10L, of the extract diluted in water. The variables studied were the percentage of mortality of the population, the damage expressed in degree scale, and also the plant growth (cm) and the total yield (kg) of the hard yellow maize were evaluated. A Complete Random Design (DCA) with four treatments and three repetitions (4x3) was used in this experiment. The results showed significant differences ($p < 0.005$) for mortality percentage, damage degree index, height and plant yield. All treatments showed a higher number of dead larvae with respect to the control. On the other hand, T3 (150 ml/10L) up to the fifth week of evaluation, was higher in all variables compared to the other treatments, always obtaining the lowest values; for damage degree index with 1.71; for number of damaged buds with 0.31; and the highest values regarding plant height with 200.04 cm and higher yield with 10.42 t/ha.

Keywords: Biocide, control, fall armyworm, mortality, degree of damage

Capítulo I

Introducción

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith 1977) perteneciente a la familia Noctuidae y Orden Lepidóptera, es un insecto plaga conocida en diferentes partes del mundo, y adquirió el estatus de plaga clave del cultivo de maíz, por primera vez en Georgia (EUA) en el año de 1797 con el nombre de *Phalaena frugiperda*. dado ´por Smith y Abbot, posteriormente el género y la especie experimentaran cambios hasta la (Cruz, 1995). Las larvas están compuestas por biotipos corn strain (C strain) y rice strain (R strain), el primero fueron descritas a partir de poblaciones obtenidas de algodón, maíz y sorgo y el segundo a partir de poblaciones colectadas de arroz, grama y gramíneas forrajeras. *S. frugiperda* es muy voraz y originaria de las Américas del trópico y subtrópico (Mutiyambai et al., 2022). El gusano cogollero es dentro del género *Spodoptera*, la especie más importante, de comportamiento migratorio y polífago (350 hospederos aproximadamente) pudiendo afectar muchas plantas entre silvestres y cultivadas, como maíz, algodón, soja, frijol, tomate, sorgo, arroz, trigo, pastizales, caña de azúcar, además de hortalizas y frutales. Puede dañar las hojas, tallos, ramas y órganos reproductivos (flores y frutos) de las plantas, pudiendo reducir drásticamente la productividad si no son contraladas a tiempo. Dentro de la fenología de la planta de maíz podemos detectar la presencia de esta plaga clave, en su estadio larval y adulto, siendo la primera la que mayor daño ocasiona, debido a que se alimentan de verticilos, mazorcas y espigas de hojas jóvenes, en consecuencia, ocasiona un daño sustancial a los cultivos de maíz y provocando una pérdida de rendimiento de grano (De Almeida et al., 2002). Por ejemplo, Early et al. (2018) mencionan que las pérdidas de rendimiento de maíz en África por efecto del daño de gusano cogollero fueron del 20 al 50 %.

Para contrarrestar los daños por gusano cogollero (*S. frugiperda*) se han empleado diferentes tipos de métodos de control, siendo el más recurrido el químico, por la facilidad de su uso y efectividad; sin embargo su uso indiscriminado ha ocasionado los problemas deletéreos colaterales, como por ejemplo resistencia de la plaga a los insecticidas convencionales, la resurgencia de la plaga por la eliminación de sus enemigos naturales, la conversión de una plaga secundaria en plaga primaria y los impactos en el medio ambiente por la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos y la afectación en el paisaje (agua, suelo) y a los animales (Dhobi et al., 2020). Para un plan integral de control se usar como alternativa y de manera amigable los productos biocidas que se pueden obtener de materiales vegetales, fáciles de conseguir y de

manipular con métodos de extracción estandarizados, y que pueden tener efectos repelentes, anti alimentarios e insecticidas, que logran minimizar los daños al reducir la población de plagas e interfiriendo con su actividad normal (Onu & Aliyu, 1995). La planta *H. crepitans* es un material vegetal originario de las regiones tropicales de América del Norte y del Sur (Oyeleke et al., 2013) que posee propiedades insecticidas que pueden ayudar a reducir los daños por *S. frugiperda* en el cultivo de maíz *Z. mays*.

La presente investigación evalúa una alternativa al uso de insecticidas para el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*) y se plantea como objetivo general: determinar la acción biocida del extracto de *H. crepitans* en el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*) en maíz en Imperial-Cañete, 2020; y como objetivos específicos: (A) Determinar la dosis del extracto biocida de *Hura crepitans* L. que ocasiona mayor mortalidad en la población de larvas del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Imperial, 2020. (B) Determina la dosis del extracto biocida de *Hura crepitans* L. que reduce el grado de daño en los órganos de la planta ocasionado por el gusano cogollero (*S. frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Imperial, 2020 y (C) Evaluar el efecto de la aplicación del extracto biocida *Hura crepitans* L. en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Imperial, 2020.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

Alvares y Col (2015) realizaron una investigación aplicando plaguicidas vegetales en plantas de maíz (*Z. mays*) infestada con el gusano cogollero *S. frugiperda*. Los biocidas evaluados fueron extractos de tabaco y ají con dosis de 25 y 50 ml/l y de ajo a 50 y 100 ml/l utilizado como disolvente. Se evaluaron 7 unidades experimentales, con 6 tratamientos y un testigo, con dos repeticiones cada una. Las variables que se evaluaron fueron el nivel de infestación, número de larvas controladas y el porcentaje de daño. Los insecticidas orgánicos a base de extracto de ajo a 100 ml/l de dilución obtuvieron mejor respuesta de control, representando una reducción de infestación de 7.65% cada 10 días, el promedio de larva por planta fue de 1, reducción del daño ocasionado de 23.83% por unidad experimental. Concluyeron que los extractos de ajo con dosis de 100 ml/l de preparación, llegaron a reducir el nivel de ataque ocasionado por la *S. frugiperda* del maíz, realizando aplicaciones continuas y en forma adecuada.

Coveña (2015) realizó una investigación para determinar la respuesta del maíz (*Z. mays*) al bioinsecticida de Cedro Rojo (*Cedrela odorata*) en cebo y aspersión para el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*). Se realizaron evaluaciones previo al ensayo, 7 días antes de las aplicaciones, previamente se procedió a realizar el diagnóstico de la plaga, durante las 24, 48, horas y 7 días con la finalidad de evaluar la efectividad y persistencia. Los resultados indicaron que las aplicaciones a base de biocedro, en rociadura y aplicación en cebo de 15 ml / litro de agua y 20 g / Kg de arena, obtuvieron resultados favorables de mayor efectividad, para reducir la intensidad de daño. Se determinó que el tratamiento con biocedro mostró mayor porcentaje de mortalidad; mientras que más sea la dosis, mayor va ser la efectividad en contrarrestar la plaga *S. frugiperda*, principalmente estadios larvales de instares mayores teniendo en cuenta forma y momentos oportunos de aplicación.

Jiménez (2011) investigó la efectividad biológica de extractos vegetales sobre larvas de *S. frugiperda*, para ello empleó extractos vegetales gobernadora, hojas de nopal (*Opuntia ficus-indica*) sobre las larvas, de dieta envenenada y aplicación tópica y su efecto a través del tiempo. Las dosis que se utilizaron fueron 0.030ppm, 0.045ppm, 0.060ppm, 0.075ppm y 0.090 ppm. Se utilizaron diferentes concentraciones de dieta envenenada que fueron 0.030g, 0.045g, 0.060g, 0.075g y 0.090g. Se obtuvieron 5 tratamientos con 10 repeticiones y se depositaron 10 larvas en

recipientes de plástico de 25 ml conteniendo una dieta artificial como alimento hasta la fase de pupa. Concluyeron que los extractos vegetales de origen natural son una buena alternativa para contrarrestar el ataque de insectos especialmente (*S. frugiperda*), a bajas concentraciones obteniéndose resultados favorables y niveles de mortalidad.

Camacho (2012) investigó el efecto control de extractos de hojas, tallos y semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) en posturas y larvas de *S. frugiperda* en maíz, para demostrar la eficacia biocida en la reducción del daño ocasionado por la plaga, mediante el empleo de diferentes dosis, además, reportó que el efecto de los extractos a diferentes dosis o concentraciones no presentaban diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de maíz, pero si en la reducción del daño al cultivo debido a su efecto biocida y residual del extracto. De este estudio los autores determinaron no realizar diversas aplicaciones, debido a su alto nivel de toxicidad del biocida.

Sanchez (2018) realizó una investigación sobre el efecto biocida del extracto de barbasco para contrarrestar el ataque de *S. frugiperda*, a través del registro de la incidencia y severidad del daño en la planta. El diseño utilizado fue un DBCA con aplicación de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados muestran que el Tratamiento 2 (150 ml/l) presentó una mejor efectividad biocida, ocasionando una mortalidad del 70.15% en (*S. frugiperda*), el Tratamiento 3 (145 ml/l) y el Tratamiento 4 (140 ml/l) tuvieron el mismo efecto llegando a controlar entre el 50.96% y 45.42% de los casos. La aplicación de la dosis de 150 ml/l, registró una altura de planta de 150 cm, un rendimiento de la producción de hasta 6944.58 kg/ha, sólo un 4.27% de incidencia y 25.58% de severidad del daño en la planta, principalmente entre los 30 a 60 días, en el tratamiento testigo se ve una eficacia de 6% y 59.5% de severidad, se concluye que, a menor dosis o concentración del extracto, aumenta el porcentaje de incidencia y severidad del daño ocasionado por la *S. frugiperda*. Para concluir se llega a definir que a mayor dosis se brinda mayor control de la plaga.

Yaranga (2014) investigó el efecto de tres extractos vegetales para contrarrestar el ataque de la *S. frugiperda* en *Z. mays*. Los extractos vegetales usados fueron de origen natural conformado por 4 tratamientos: T1 extracto de ajo, T2 extracto de ají, T3 extracto de muña y T4 testigo. Los resultados obtenidos demostraron que el extracto de ají amarillo contrarresta el ataque manera natural los daños ocasionados por la *S. frugiperda*, en maíz logrando el 95% de plantas analizadas libres de ataque del gusano cogollero. Seguido del extracto de muña con 55% de plantas libres de daños por la plaga.

Neyra (2010) realizó un estudio in vitro y en campo de la acción biácida del extracto acuoso de la corteza de catahua (*H. crepitans*) sobre las plagas o insectos entomofagos de mayor incidencia en el cultivo de algodón, y se evaluó la actividad biocida in vitro y en campo mediante el método de aspersión directa del extracto acuoso liofilizado de la corteza de *H. crepitans* sobre *Aphis gossypii* “pulgón de la melaza” y *Bemisia tabaci* “mosca blanca”. Realizó el estudio fitoquímico cualitativo y cuantitativo, análisis por espectrofotometría UV y por HPLC de los metabolitos presentes en la corteza de *H. crepitans*. Los resultados obtenidos fueron analizados por el método Probit, éstos demostraron la actividad biocida sobre *A. gossypii* con una CL50 de 0.156 (mg/mL). La dosis efectiva en el estudio in vitro fue de 50mg/mL. Con respecto al estudio en campo, la dosis probada y efectiva fue de 2.85mg/mL. El extracto acuoso de la corteza de *H. crepitans* no presentó actividad biocida sobre *B. tabaci*. En conclusión, el extracto acuoso de la corteza de *H. crepitans* presentó actividad biocida sobre *A. gossypii* a nivel de laboratorio y en campo, pero no tiene actividad biocida sobre *B. tabaci*.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución geográfica del maíz

Se cree que el centro de origen del maíz (*Zea mays*) sea la parte sur de México (Beadle, 2011). La planta era desconocida en el viejo mundo hasta que Colón en una de sus expediciones, las encontró en la isla de Cuba (Doebley, 1990). Antes de la llegada de los europeos, el maíz era uno de los alimentos de mayor importancia en el hemisferio occidental, para entonces este cultivo ya había sido domesticado y disperso por los nativos desde su lugar de origen, por el sur hasta Chile, mientras que por el norte hasta la desembocadura del Río San Lorenzo en Argentina (Beadle, 2011). Actualmente el maíz se encuentra distribuida en todo el mundo y tiene la mayor producción entre todos los cereales (Murdia et al., 2016).

2.2.2. Clasificación taxonómica del maíz

Para Rouf-Shah et al. (2016) la clasificación taxonómica del maíz es:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

2.2.3. Morfología del maíz

Sistema radicular

El sistema radicular del maíz es fino y muy ramificado, posee raíces adventicias o de anclaje, que se originan de dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo, formándose de cuatro a seis raíces adventicias por banda. Las raíces se distribuyen lateralmente y también pueden alcanzar hasta los dos metros de profundidad en algunos casos, dependiendo del tipo de suelo.

De forma general, las raíces tienen la función de sostén y es el medio para el paso de nutrientes del suelo hacia las hojas de la planta (Du Plessis, 2003).

Hojas

Las hojas del maíz están compuestas por un limbo, nervadura central, cuello y vaina de la hoja. El orden de establecimiento de las hojas en el tallo es de forma alterna. La lámina de la hoja es casi plana y es el lugar donde ocurre el proceso fotosintético. La nervadura central, se extiende a lo largo de la parte media de la hoja desde la base hasta la punta y cumple el rol de soporte estructural de la hoja. En tanto, el cuello, es la parte interna de la hoja que une la hoja y la vaina, esta última se encuentra debajo de la hoja y sirve de conexión entre la hoja y el nudo del tallo (Edwards, 2009).

Tallo

La altura del tallo es variable entre 0.6 m a 5.0 m dependiendo del genotipo, es de forma cilíndrica, macizo, y está dividido en nudo y entrenudos. A partir de los nudos se desarrollan las hojas, asimismo, la planta consta de 8 a 21 entrenudos, que se encuentran debajo de las primeras cuatro hojas verdaderas y no tienden a alargarse; por el contrario, los entrenudos de las hojas 6, 7 y 8 pueden alcanzar un tamaño de 25, 50 y 90 mm respectivamente (Du Plessis, 2003).

Inflorescencias

La planta del maíz es monoica; es decir, que sus inflorescencias, masculina y femeninas, se ubican separadas en la misma planta. La inflorescencia femenina o mazorca, se desarrolla a partir de yemas apicales ubicadas en las axilas de las hojas; mientras que la inflorescencia masculina, o panoja, se despliega en el punto apical en la parte extrema superior de la planta. Al inicio, ambas inflorescencias presentan flores bisexuales; pero durante su desarrollo sucede abortos de flores. En el caso de la mazorca, los primordios masculino caen quedando solo las inflorescencias femeninas; y en la panoja, los primordios del gineceo, tienden a caer, quedando solamente la inflorescencia masculina (Paliwal, 2001).

Mazorca y fruto

Posee una mazorca central e integrada por un grupo de flores, dispuestas de forma cilíndrica, cada una de estas posee un ovario adherido a una seda muy larga, a la cual llamamos estilo, que tiene la finalidad de producir un grano si llega a fertilizarse. Una mazorca puede tener de 700 a 1000 granos potenciales, y un establecimiento de 50 granos por fila de largo y de 12 a 14 granos por filas redondas (Edwards, 2009).

El fruto, también llamado grano, es una carióspside; es decir, el pericarpio está unido a la testa de la semilla, esta conjunción forma la pared del fruto. El fruto maduro del maíz, consta de pared, embrión diploide y el endospermo triploide. Asimismo, existe una capa de aleurona, la cual se encuentra en contacto entre la pared externa del endospermo y la pared del fruto (Paliwal, 2001).

2.2.4. Crecimiento vegetativo y reproductivos del maíz

Según Tripathi et al. (2011), el maíz durante el inicio de su ciclo de vida pasa por una etapa vegetativa y posteriormente por una etapa reproductiva:

Etapas vegetativa

- a) Etapa de plántula/brotación, ocurre cuando las plantas poseen entre de 2 a 4 hojas (2 semanas después de la siembra)
- b) Etapa de crecimiento, ocurre entre los 35 a 45 días después de la siembra.
- c) Etapa de inicio de floración, cuando la planta alcanza su altura máxima y surgen las flores masculinas.

Etapas reproductiva

- a) La etapa de floración, ocurre dos a tres días después de la formación de panojas, y comprende la formación de flores femeninas, y la emergencia de sedas finas, desde la

- cáscara de la mazorca, además se da inicio a la polinización, cuando las sedas finas financieras aferran los granos de polen, que provienen de la inflorescencia masculina
- b) La etapa de masa blanda-lechosa, inicia después de haber cumplido la fase de polinización y la fertilización. Los granos tienden a crecer y desarrollarse, pero no logran endurecerse. Asimismo, esta etapa se caracteriza porque las sedas finas aún continúan en la parte superior de la mazorca y presenta una coloración verde en ciertas partes y aun la cobertura de la mazorca es verde.
 - c) Etapa dura: coincide con la madurez que presenta la planta, las hojas tienden a caerse y las sedas finas que se encuentran en la mazorca se secan por completo y se tornan muy frágiles. Es así que esta etapa coincide con la cosecha.

2.3. *Spodoptera frugiperda* J.E Smith

Es una plaga polífaga perteneciente al Orden Lepidóptera, familia Noctuidae de importancia económica, es originaria de las Américas (Maruthadurai & Ramesh, 2019; Rwomushana, 2019). Su alimento se basa en hojas, tallos y partes reproductivas de más de 350 especies de plantas, ocasionando daños a las gramíneas de mayor importancia como el maíz, el arroz, el sorgo, la caña de azúcar y el trigo; pero también ataca otros cultivos de hortalizas y algodón (Rwomushana, 2019).

Existe una preferencia del gusano cogollero *S. frugiperda* J. E. Smith por el maíz; en ese sentido registró mayor número de huevos de cogollero criados en maíz en comparación a los que fueron criados en otras plantas hospedantes; asimismo el período larvario y pupal fue más corto y el ciclo de vida más rápido (Maruthadurai & Ramesh, 2019).

2.3.1. Clasificación taxonómica del cogollero

Para Rwomushana (2019) la taxonomía del cogollero es:

Reino: Metazoos

Filo: Artrópodos

Clase: Insecto

Orden: Lepidópteros

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

2.3.2. Aspectos morfológicos y ciclo biológico del cogollero

En su investigación, Ahir et al. (2020) reportó que el ciclo de vida total de machos y hembras era de 32 a 44 y de 35 a 47 días respectivamente. Asimismo, el ciclo biológico del cogollero presenta cuatro fases:

Huevo

Los huevos del cogollero miden de 0.4 mm de espesor a 0.3 mm de altura aproximadamente, de color amarillo pálido al momento de la oviposición y posteriormente se torna de marrón claro antes de la eclosión. Las masas de huevos son colocadas en la parte superior e inferior de las hojas; en algunos casos, aun cuando el cultivo es joven, son colocados en el tallo (Rwomushana, 2019).

El tiempo de maduración de huevo toma de 2-3 días a T° de 20 a 30°C (Kalleshwaraswamy et al., 2018; Ramya & Maheswari, 2019; Rwomushana, 2019). Los huevos tienden a colocarse en masas de 150 a 200 huevos (Rwomushana, 2019); Akoijam et al. (2022), reportó de 180 a 200 huevos. Los huevos están protegidos por una capa parecido a una tela de escamas de color rosa grisáceo (Rwomushana, 2019).

Larva

Presenta una coloración verde claro a marrón oscuro con rayas prolongadas y pueden llegar a medir 4.5 cm al sexto estadio. En el momento de la eclosión la larva presenta una coloración verde con líneas y manchas negras; y cuando crece, puede seguir siendo verde o tornarse a marrón beige, con líneas dorsales y espiraculares negros. A altas densidades de larvas y escasez de alimento, puede ser casi negro en su estadio final. La larva de cogollero presentan seis estadios larvales, y ocasionalmente solo cinco (Rwomushana, 2019).

El estado larval puede durar de 14 a 19 días según Kalleshwaraswamy et al., (2018) de 18 a 19 días según Akoijam et al., (2022); mientras que Ramya & Maheswari, (2019), reportaron 15 días en condiciones de laboratorio.

Pupa

A diferencia de las larvas, las pupas pueden ser de menor tamaño entre 1.3 a 1.5 cm de longitud en machos y de 1.6 a 1.7 cm de longitud en las hembras, son coloración marrón brillante. Esta fase normalmente se da en el suelo, pero en ocasiones puede ocurrir en los órganos reproductivos como las mazorcas maduras. Si el suelo es muy duro, las larvas tienden a juntar

residuos vegetales y otros materiales con la finalidad de formar un capullo en la superficie del suelo y seguir con su desarrollo (Rwomushana, 2019).

Esta fase dura de 8 a 9 días aproximadamente en el verano (Akoijam et al., 2022; Ramya & Maheswari, 2019; Rwomushana, 2019); mientras, que estaciones más frías dura de 20 a 30 días (Rwomushana, 2019). Kalleshwaraswamy et al. (2018) reportaron que la fase de pupa tuvo una duración de 9 a 12 días (Kalleshwaraswamy et al., 2018).

Adulto

Los adultos del gusano cogollero tiene una envergadura de 32 a 40 mm y son de hábito nocturno, pero son más activos durante las tardes cálidas y húmedas. Existe cierta diferencia para ambos sexos; el macho presenta un ala anterior con tonalidad gris y marrón, y con manchas blancas triangulares en las puntas y cerca del centro del ala. Mientras que en la hembra son menos marcadas, y van desde una tonalidad marrón grisáceo a un fino moteado de gris y marrón. Para ambos sexos, el ala trasera es de color plateada iridiscente con borde estrecho y oscuro (Prasanna et al., 2018).

Asimismo, en promedio la duración de vida de un adulto de cogollero puede tener un rango de 7 a 21 días (Prasanna et al., 2018). Ahir et al. (2020) reportaron que la duración de machos y hembras fue de 7-10 y 10-12 días; de 32 a 43 y de 34 a 46 días (Kalleshwaraswamy et al., 2018); mientras que Akoijam et al., (2022) reporta una longevidad de entre 32 a 40 días para las hembras y de 29 a 34 días para los machos respectivamente.

La polilla generalmente deposita la mayor parte de sus huevos en los primeros 4 a 5 días de vida, con un periodo de ovoposición de hasta 3 semanas (Prasanna et al., 2018). La hembra puede tener una fecundidad con promedio de 1082 huevos (Ahir et al., 2020), de 1064 huevos (Kalleshwaraswamy et al., 2018), alrededor de 1700 a 2000 huevos en su vida útil (Akoijam et al., 2022).

2.3.3. Daños de cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz

Supartha et al. (2021) reportaron que la tasa máxima de oviposición de huevos alcanza su pico máximo a dos semanas después de la siembra del maíz, por otro lado, la población de larvas llega a su pico máximo cuando la planta alcanzó el 1.2 m de altura. Navik et al. (2021) afirmaron que la incidencia del daño de *S. frugiperda* fue 22.13 al 46.83% con una gravedad del daño de 0 a 4.9 en la escala de 0 a 9; así mismo, mencionan que el daño por cogollero está relacionado a las etapas fenológicas del maíz, siendo las etapas más tempranas y medias las de mayor riesgo. En ese

sentido Nboyine et al. (2020), recomendaron precaución y manejar adecuadamente el cogollero desde la emergencia hasta la etapa de espiga.

Las larvas del gusano cogollero *S. frugiperda* son muy voraces y presentan rasgos caníbales. Chapman et al. (2000) reportaron que el canibalismo entre larvas, representaba el 40% de la mortalidad, cuando se infestaban las plantas de maíz con dos o cuatro larvas del cuarto estadio, en un período de 3 días. En su investigación Carroll et al. (2006) sostienen que las larvas del sexto estadio del cogollero tienen una mayor preferencia por las plantas dañadas a comparación de las plantas no dañadas, esto se debe a que las primeras liberan linalool, sustancia volátil que atrae larvas; asimismo, afirman que los volátiles inducidos por las plantas no necesariamente atraen enemigos naturales de los herbívoros, sino también atraen herbívoros larvarios para una planta atacada o para las plantas adyacentes.

2.4. *Hura crepitans* L.

2.4.1. Clasificación taxonómica de Catahua

CABI (2019) señala que la taxonomía de la Catahua es:

Dominio: Eucariota

Reino: Plantae

Filo: Espermatofita

Subfilo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Euforbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Hura*

Especie: *Hura crepitans* L.

2.4.2. Origen y distribución geográfica de la Catahua

Nnennaya et al. (2020) mencionan que es originaria de los trópicos de América del Norte y del Sur, comprendiendo Bolivia, Brasil, Cuba, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa, Jamaica, Puerto Rico, Perú, Surinam, Trinidad, Venezuela, Islas Vírgenes y Antillas (Witt & Luke, 2017), así mismo, es usual encontrar esta planta en África, principalmente en Nigeria, donde es abundante (Oyeleke et al., 2013).

2.4.3. Morfología de la catahua

Es un árbol siempre verde que puede llegar a medir hasta 40 m de altura y en ciertas ocasiones la copa puede llegar a cubrir hasta un cuarto de hectárea (Witt & Luke, 2017). El árbol posee una savia muy tóxica, en contacto con la piel puede ocasionar ronchas rojas, e incluso una persona puede quedar ciega si se le expone a los ojos; también es empleada para envenenar a los peces (CABI, 2019).

Corteza

Su corteza es muy compacta con presencia de espinas. Presenta una coloración marrón amarillento, y sin tricomas (Witt & Luke, 2017).

Hojas

Es similar al papel, de tamaño grande y coloración verde; de forma acorazonada. Tiene una longitud de 5–29 cm de largo y 5–17 cm de ancho y finalizan en punta afilada. Así mismo, presenta márgenes con proyecciones en forma de dientes (Witt & Luke, 2017). Las hojas están dotadas de tricomas simples; con pecíolo largo de 6 a 14 cm de longitud (Justiniano & Fredericksen, 2000).

Flores

Monoica y con flores masculinas de coloración rojo oscuro, no presentan pétalos y están agrupadas en espiga en forma de huevo o cono (Witt & Luke, 2017), están dispuestas sobre pedúnculos de 5 a 10 cm de largo. Las flores femeninas son solitarias y presentan pedicelo de 5 cm de largo, situadas en las axilas de las hojas superiores, y en raras ocasiones en la base de las flores masculinas. Son en forma de trompeta (Justiniano & Fredericksen, 2000).

Frutos

Son de tipo dehiscente; es decir, frutos secos que se abren al madurar, de coloración verde a marrón rojizo. Tiene forma de calabaza con longitud de 3–5 cm de largo y 5–8 cm de ancho (Witt & Luke, 2017). Las semillas se encuentran en la capsula y están ubicadas en cada valva, en número de una por valva, haciendo un total de 12 a 15 semillas por fruto (Justiniano & Fredericksen, 2000).

2.4.4. Composición química del extracto de *Hura crepitans* L.

Según la investigación realizada por Fernández-Calienes et al. (2011) citan que la planta de *H. crepitans* producen metabolitos secundarios, entre los que destaca en mayor proporción los alcaloides, triterpenoides y/o esteroides, quinonas, flavonoides y antocianidinas; y en menor proporción sustancias reductoras como lactonas, saponinas, fenoles, taninos y aminoácidos.

Tabla 1*Tamizaje fitoquímico del extracto de la planta H. crepitans*

Ensayo	Metabolito	<i>H. crepitans.</i>
Dragendorff	Alcaloides	++
Fehling	Sustancias reductoras	+
Baljet	Lactonas	+
Resins	Resinas	-
Foam	Saponinas	+
Lieberman-Burchard	Triterpenoides y/o esteroides	++
FeCl ₃	Fenoles and taninos	+
Ninhidrin	Aminoácidos	+
Börntrager	Quinonas	++
Kedde	Glicósidos cardiotónicos	-
Shinoda	Flavonoides	++
Antocianidina	Antocianidinas	++

Nota. (-): negativo, (+): positivo, (++): muy positivo.

2.5. Marco conceptual

Actividad biológica: son los efectos benéficos o adversos de una sustancia producida de origen vegetal sobre organismos vivos, como la toxicidad contra patógenos.

Extracto: es el proceso mediante el cual se obtiene a través de una planta sustancias (hojas, semilla, resina, raíz, etc.) por diversos procedimientos.

Metabolitos secundarios: son compuestos o bioactivos que la planta lo sintetiza, estas generan diferentes funciones de defensa vegetal y de las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente (plantas, fitófagos y fitopatógenos, enemigos naturales).

Principio activo: Es la sustancia química responsable de la actividad biocida, genera efecto que puede conducir a control de patógenos.

Población: Es el conjunto o grupos de individuos presentes en el lugar, llegando a ocasionar pérdidas directas e indirectas.

Porcentaje de daño: Es la parte de la planta afectada producido por las larvas, en el cultivo de maíz, el daño ocasionado se mide a través del área foliar afectada.

Capítulo III

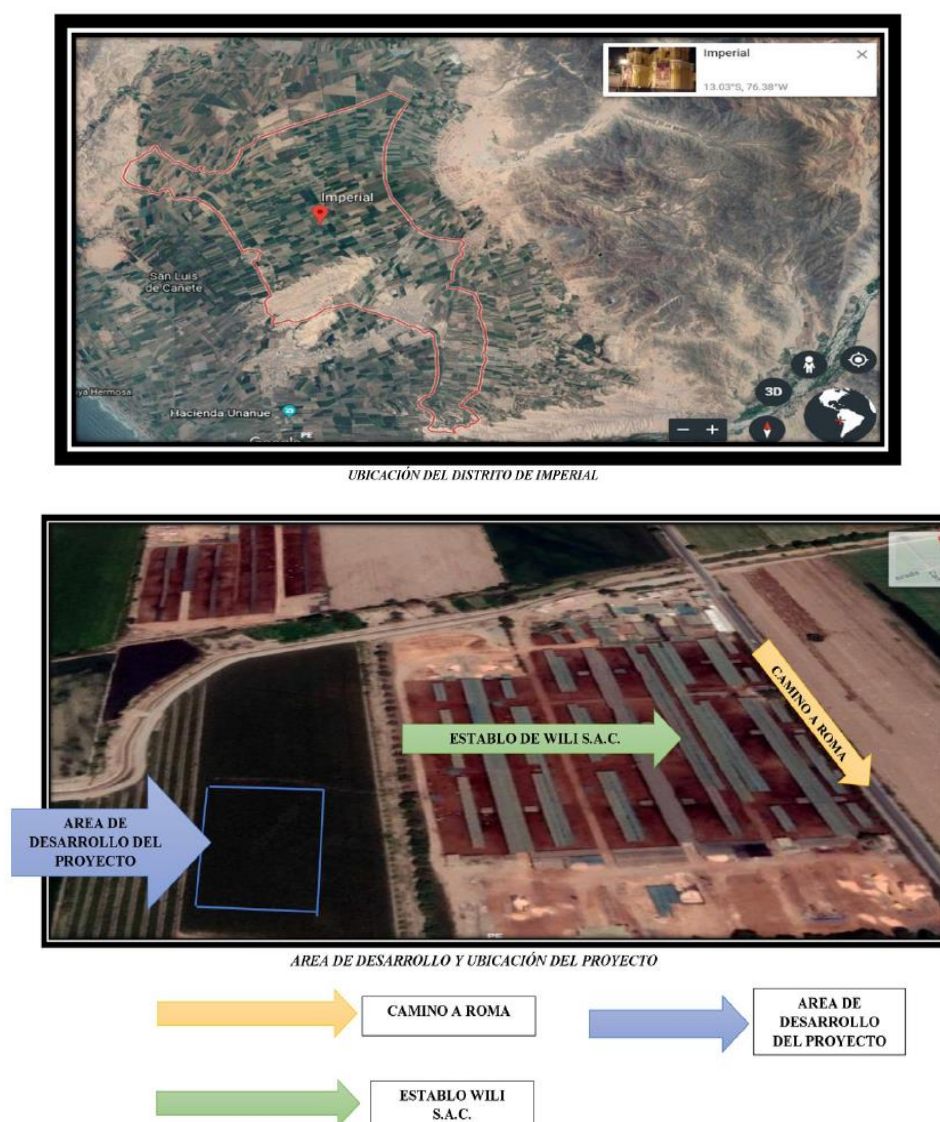
Materiales y Métodos

3.1. Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en una parcela ubicada en Casa Pintada, distrito de Imperial, provincia de Cañete, departamento de Lima (Figura 1).

Figura 1

Ubicación del área experimental



Nota. El gráfico representa la ubicación de la ejecución del proyecto, tomado del Google maps (2021).

3.1.1. Información meteorológica

La información meteorológica se detalla en la tabla 2. La media de temperatura durante los meses de ejecución de la investigación fue desde 19.78 a 22.25 °C, temperaturas adecuada para el crecimiento del maíz, Edwards (2009) sostiene que a medida que las temperaturas se eleven entre un rango de 10 a 30 °C, la tasa de crecimiento del maíz aumenta y fuera del rango la tasa de crecimiento se estabiliza.

Tabla 2

Datos meteorológicos

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
	Mínima	Máxima	Promedio	HR
Diciembre 2020	15.60	26.80	19.78	83.08
Enero 2021	17.50	28.00	21.98	80.71
Febrero 2021	16.20	28.20	22.01	79.22
Marzo 2021	17.40	29.30	22.15	78.57

Nota. SENAMHI (2021)

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Tipo de investigación

En cuanto a su finalidad es de tipo aplicativo, ya que el propósito es minimizar los daños ocasionado por el gusano cogollero *S. frugiperda* en el cultivo de maíz *Z. mays* en la provincia de Cañete.

En cuanto al alcance de sus objetivos fue experimental puro, ya que se manipuló las variables independientes dosis de extracto de *H. crepitans*, para cuantificar su efecto en las variables dependientes.

En cuanto al enfoque de estudio fue cuantitativo, ya que se ha probado las hipótesis correspondientes, las variables y sus indicadores de estudio son palpables y medidos en unidades del sistema internacional de medida - SI.

3.2.2. Diseño experimental

El diseño de investigación es completo al azar (DCA) con tratamiento y tres repeticiones, determinado bajo el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación o variable de respuesta

U = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

La distribución de las unidades experimentales en la parcela experimental se realizó de manera aleatoria, mediante el uso de balotarios la distribución se muestra en la figura 1

3.2.3. Variables de estudio

- **Variables independientes**

Dosis de extracto de *H. crepitans*

- **Variables dependientes**

Porcentaje de población del gusano cogollero *S. frugiperda*

Daño ocasionado por el gusano cogollero *S. frugiperda*

Crecimiento y rendimiento de maíz *Z. mays*

3.2.4. Tratamientos de estudio

Se evaluó el efecto de *H. crepitans* a dosis de 37.5 ml, 75 ml, 150 ml por litro de agua. Para ello se realizaron cinco aplicaciones. La primera aplicación se realizó a los 5 días después de la siembra (DDS), la segunda aplicación a los 10 DDS, la tercera aplicación a los 15 DDS, la cuarta aplicación a los 20 DDS y finalmente la quinta aplicación a los 25 DDS. Los tratamientos se detallan la siguiente tabla:

Tabla 3

Descripción de los tratamientos

Tratamientos	<i>H. crepitans</i> (ml/l agua)
T1	37.5 ml/l
T2	75 ml/l
T3	150 ml/l
T4	Testigo (0 ml/l)

Nota. Descripción de los tratamientos y las dosificaciones correspondientes, fuente de elaboración propia.

Delimitación del campo experimental

En la tabla 4 se describe las características del campo experimental. Mientras que en la Figura 2, se muestra la distribución de tratamientos en el área experimental.

Tabla 4

Características del campo experimental

Descripción	Valor
Número de tratamientos	: 4
Distancia entre surcos	: 0.90 m
Longitud de surcos	: 3 m
Distancia entre plantas	: 0.35 m
Número de surcos por unidad experimental	: 4
Número de plantas por surco	: 18
Número de repeticiones	: 3
Número de plantas por unidad experimental	: 72
Número de población	: 960
Área de unidad experimental	: 10.2 m ²

Nota. Esta tabla se muestra las medidas del campo experimental, fuente de elaboración propia.

Figura 2

Croquis de distribución de los tratamientos

T2	T4	T2	T1
T4	T3	T1	T3
T3	T4	T2	T1

Nota. El grafico muestra la distribución de las unidades experimentales, fuente de elaboración propia.

3.2.5. Población y muestra

3.2.5.1. Población de estudio

La población de estudio estuvo conformada por 960 plantas de maíz (*Z. mays*).

3.2.5.2. Muestra del estudio

La muestra estuvo constituida por 240 plantas de maíz (*Z. mays*).

3.2.6. *Conducción del campo experimental*

Limpieza de campo y despaje: se retiró las malezas u otros con el propósito de que los implementos que se utilizaron no tuvieran dificultades al momento de realizar su trabajo.

Incorporación de materia orgánica: Se adicionó al suelo cantidades de materia orgánica; estiércol descompuesto de vacuno y estiércol de gallina lavado con el propósito de mejorar las condiciones del suelo.

Previo surcado: se realizó el diseño de los surcos para que el riego de machaco pueda distribuirse de manera homogénea.

Tomeo y riego a machaco: se realizó el riego por un lapso de 24 horas con el propósito de poder reducir el nivel de sales que contiene el suelo.

Preparación de terreno: se realizó el arado, gradeo, nivelado y surcado del campo a una distancia de 0.85m; la preparación de terreno tiene la finalidad de dar las condiciones ideales al terreno para que las plantas se puedan desarrollar de forma óptima.

Siembra: se realizó la siembra de semillas de maíz híbrido SV3243, a una distancia de 0.25 cm entre golpe y dos semillas por cada golpe de siembra.

Fertilización: la primera fertilización se realizó a los 15 días, la segunda a los 30 días y la tercera a los 45 días después de siembra. Las fuentes que se emplearon fueron urea, fosfato di amónico, sulfato de potasio y otros.

Deshierbo y aplicación de herbicidas: Se utilizó herbicida - atrazina después de la siembra. Posteriormente se realizó deshierbo manual y de tracción animal.

Aplicaciones fitosanitarias: en las primeras fases del cultivo de maíz se realizó una aplicación de cebos tóxicos (melaza, afrecho, methomyl y agua) a cuello de planta para evitar el ataque de gusano de tierra.

Riegos: Se realizó en 20 oportunidades.

Aplicación de extractos de *H. crepitans*:

El extracto de catahua (*H. crepitans*), es comercializado solo en la amazonia como un bioestimulante (nutrinat) para estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas, con las diversas aplicaciones se ha podido apreciar el efecto sobre los estadios larvales de los insectos plagas, para ello se utilizó este extracto en la zona sur (Cañete), los momentos de dosificación para contrarrestar

el ataque del gusano cogollero *S. frugiperda* con el propósito de homogenizar la muestra, se aplicó el extracto teniendo en cuenta las evaluaciones pertinentes en campo. Se fraccionó en tres dosis de 37.5ml/L, 0.75 ml/L y 150 ml/L. El momento de aplicación se realizó por las tardes-noche, debido al hábito nocturno de la plaga.

Cosecha: se realizó a los 110 días de después de siembra, se retiraron las mazorcas de la planta, y posteriormente fueron expuestos al sol para su secado. Cuando las mazorca 14 % de humedad, se realizó el desgrane a máquina.

Evaluaciones: las evaluaciones se realizaron sólo en los surcos centrales de cada tratamiento en estudio, dejando los surcos laterales sin evaluar por efecto borde, el mismo criterio se adoptó con las plantas en cada surco, donde se dejarán sin evaluar dos plantas en el borde superior y borde inferior en las parcelas, evaluándose 20 plantas por unidad experimental

3.2.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

El método que se empleó fue la observación orientada a la captación de la realidad. La información de las variables en estudio se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variables	Técnica	Instrumento
Número de larvas muertas	Observación	Registro
Índice de grado de daño	Observación	Registro
Número de cogollos infestados	Observación	Registro

Nota. En la tabla se muestran las técnicas e instrumentos para la recolección de datos fuente de elaboración propia.

3.2.8. Análisis y procesamiento de datos

3.2.8.1. Procedimiento de recolección de datos

Se aplicó cuatro dosis de *H. crepitans* L. (0, 37.5, 75 y 150 ml/l agua) en cinco momentos (5, 10, 15, 20 y 25 DDS - después de siembra). Posteriormente, se realizó el análisis de los siguientes parámetros:

a) Porcentaje de población del gusano cogollero (*S. frugiperda*)

- Número de larvas muertas: el análisis se realizó según Sarmiento & Sánchez (1997). Se dividió en tres partes las plantas; superior, inferior y central, y se procedió a revisar las hojas y se contabilizó las larvas muertas. Se contabilizó las larvas muertas posterior a la aplicación (24h, 48h y 72h).
- Porcentaje de mortalidad: se calculó mediante la fórmula establecida por Abbott (1925):

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{(\% \text{ muertos observados} - \% \text{ muertes control})}{(100 - \% \text{ muertes control})} \times 100$$

b) Daño ocasionado por el gusano cogollero (*S. frugiperda*)

- Índices de grados de daño de la planta: se realizó la evaluación en un solo momento, después de la última aplicación. Las plantas estudiadas se clasificaron según Sarmiento & Sánchez (1997) mediante la siguiente escala:

Grado 1: Plantas sin raspaduras y no presentan comeduras de hojas, área dañada es del 0%.

Grado 2: Plantas con raspaduras y comeduras pequeñas en las hojas y no abarcan más del 10% del área foliar.

Grado 3: Plantas con comeduras por los bordes de las hojas y con agujeros irregulares que abarcan entre el 11 y 25% del área foliar.

Grado 4: Plantas con apreciables daños en las hojas que abarcan entre el 26 y 50% del área foliar, con presencia de algunas áreas secas especialmente en las puntas de las hojas.

Grado 5: Plantas fuertemente dañadas, con más del 50% del área dañada y con hojas secas.

- Número de cogollos dañados: se contabilizó de forma directa los cogollos dañados en un total de 20 plantas tomadas al azar por cada unidad experimental.

c) Crecimiento y rendimiento de la producción de maíz (*Z. mays*)

- Altura de planta
Se midió las plantas desde la base del cuello hasta el extremo apical de la planta después de la floración.

- Masa de la producción de maíz

Se pesó el total de mazorcas cosechadas de todas las plantas por unidad experimental por cada unidad experimental. Y se obtuvo el rendimiento de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{\text{t}}{\text{ha}} \right) = \text{Peso por planta} * \text{N}^\circ \text{ plantas/ha}$$

3.2.8.2. Análisis de datos

El proceso de datos fue bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA). Inicialmente se realizó la prueba de supuestos de Levene y Shapiro Wilk (Tabla 6). Verificando su cumplimiento, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para cada variable empleando la prueba de “F” al nivel 0.05 de significación estadística.

Asimismo, se realizó el cotejo de promedios se utilizó la Prueba de Tukey al 95% de confiabilidad.

Tabla 6

Resumen de las pruebas de normalidad y homogeneidad

		Prueba de Levene		Test de Shapiro Wilk	
		Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
1er aplicación	Previa	2.95	0.0981	0.98	0.9735
	24 H.	2.87	0.1039	0.88	0.1459
	48 H.	1.23	0.3603	0.86	0.0908
	72 H.	6.88	0.0703	0.97	0.9404
2da aplicación	Previa	0.45	0.7237	0.92	0.4491
	24 H.	1.40	0.3123	0.94	0.6481
	48 H.	0.99	0.4460	0.92	0.4381
	72 H.	5.26	0.0269	0.88	0.1757
3er aplicación	Previa	2.32	0.1519	0.93	0.5265
	24 H.	0.98	0.4499	0.92	0.4167
	48 H.	0.48	0.7021	0.92	0.4463
	72 H.	1.33	0.3300	0.97	0.9174
4ta aplicación	Previa	1.91	0.2069	0.92	0.4360
	24 H.	0.98	0.4499	0.92	0.4167
	48 H.	2.99	0.1556	0.85	0.0692
	72 H.	0.46	0.7154	0.88	0.1518
5ta aplicación	Previa	2.14	0.1730	0.91	0.3892
	24 H.	0.74	0.5319	0.94	0.6636
	48 H.	0.14	0.9314	0.83	0.0353

72 H.	1.33	0.3300	0.97	0.9174
Grado de daño de planta	3.37	0.0753	0.90	0.3005
Cogollos infestados	1.21	0.3677	0.98	0.9681
Altura de planta	2.56	0.1284	0.97	0.9331
Rendimiento de masa de producción	0.94	0.6169	2.60	0.1242

Nota. La tabla muestra el resumen de las pruebas de normalidad y homogeneidad, fuente de elaboración propia.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de población del gusano cogollero (*S. frugiperda*)

4.1.1.1. Número de larvas muertas y porcentajes de mortalidad

a) Primera aplicación de *H. crepitans*

Al analizar los valores de la significancia se observa que es menor a 0.05 (Sig. < 0.05) por tanto, se afirma que existen diferencias significativas en el número de larvas muertas y su correspondiente porcentaje de mortalidad de *S. frugiperda*, por efecto de la aplicación de diferentes dosis de extracto de *H. crepitans* en el cultivo de maíz.

Tabla 7

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda) después de la primera aplicación de H. crepitans en maíz a los 5 días, en Imperial, 2020

Trat.	Evaluaciones							Mortalidad corregida (%)
	Previa	24 horas		48 horas		72 horas		
	Media	Media	%	Media	%	Media	%	
	(*)	Mortalidad		Mortalidad		Mortalidad		
T1	10.87 a	3.20 b	24.4	2.97 a	23.8	2.07 a	15.6	71.38
T2	9.70 b	3.10 b	27.1	2.63 b	23.6	2.23 a	19.8	78.90
T3	10.63 ab	3.67 a	29.8	3.07 a	25.4	1.97 a	15.1	78.53
T4	11.53 a	0.77 c	6.7	0.53 c	4.6	0.47 b	4.1	15.35
CV	3.63	4.03		4.53		11.25		
F	11.50	435.52		393.64		56.09		
Sig.	0.0028	<0.0001		<0.0001		<0.0001		

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

(*) Corresponde al número de larvas vivas antes de la aplicación de los tratamientos

La tabla 7 muestra el rango de los promedios de los tratamientos antes de la primera aplicación, que van desde 9.70 hasta 11.53 larvas muertas, encontrando diferencias estadísticas entre el tratamiento T4 y T1 con respecto al T2.

A las 24 h. después de la aplicación de extracto de *H. crepitans*, el tratamiento T3 registró un mayor porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda*, con 30%, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, seguido del T2 y T1 con 27% y 24% de mortalidad respectivamente. Finalmente, el tratamiento testigo-T4 presenta porcentaje de 6.7% en el control de *S. frugiperda*.

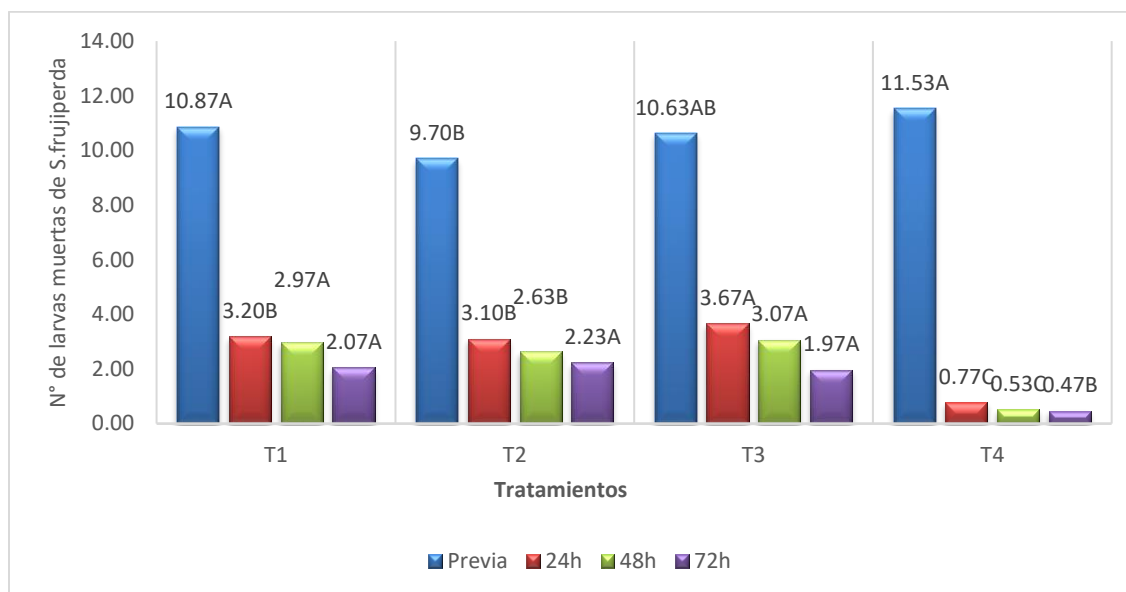
A los 48 h. después de la aplicación, el tratamiento T3 y T1 obtuvieron los mejores valores de control con 3.07 y 2.97 larvas muertas, diferenciándose estadísticamente de los otros tratamientos; seguido del tratamiento T2 con 2.63 larvas muertas, en último lugar, el tratamiento control que no presentó mortalidad alguna.

A los 72h. después de la aplicación, las medias de control de larvas en cualquier estadio no fueron significativos en los tratamientos T2, T1 y T3, siendo estadísticamente diferente con el tratamiento testigo. El porcentaje de mortalidad varió de 15 a 20% al emplear *H. crepitans* con una mortalidad que varía desde 15% al 20%. Finalmente, el mayor porcentaje de mortalidad en el acumulado fue el tratamiento T2 con 78.90%, siendo superior con respecto a los demás tratamientos.

Para visualizar el número de larvas muertas de cualquier estadio de *S. frugiperda*, en función del tiempo después de la primera aplicación del extracto de *H. crepitans*, se presenta la figura 3, donde el punto de partida para la evaluación es antes de la aplicación de los tratamientos donde el número de larvas presentes en el cultivo de maíz se encontró entre los valores cercanos entre nueve a doce larvas.

Figura 3

*Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (*S. frugiperda*), después de la primera aplicación de *H. crepitans* en maíz a los 5 días, en Imperial, 2020.*



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

En la figura 3, se observa que una vez aplicada el extracto de *H. crepitans*, el número de larvas vivas en el cultivo de maíz disminuyó considerablemente, al realizar la evaluación a las 24 horas después de la aplicación, se observó, que el mayor número de larvas muertas de *S. frugiperda*, fueron para los tratamientos T1, T2 y T3, siendo el tratamiento con la dosis de 150 ml de extracto (T3) la que alcanzó mayor mortalidad, seguido de los tratamientos en las dosis de 37.5ml (T1) y 75ml (T2), que a su vez dichos tratamientos ejercieron mayor control sobre el tratamiento testigo (T4) cuyo número de larvas muertas es cercano a cero.

Los extractos aplicados, continúan ejerciendo control sobre las larvas de *S. frugiperda*, ya que al realizar la evaluación a los 48 horas después de la aplicación, se observó, que el número de larvas muertas entre los tratamientos se acercan a valores cercanos alrededor de 3 larvas el cual continúa hasta las 72 horas, después de la aplicación donde el número de larvas muertas se encuentran alrededor de 2 larvas y al ser comparados con el tratamiento testigo, el número de

larvas muertas se mantiene constante con valores cercanos a cero, ya que no son sometidos a algún tratamiento.

b) Segunda aplicación de *H. crepitans*

Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre los promedios del número de larvas muertas y el porcentaje de mortalidad por efecto de la segunda aplicación del extracto *H. crepitans* L. en el cultivo de maíz (Sig. < 0.05).

Las medias de larvas vivas antes de la segunda aplicación se aprecian en la tabla 8, cuyos promedios se encuentran en el rango de 7 a 13 en 20 plantas evaluadas. Presentando diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 8

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la segunda aplicación de H. crepitans en maíz a los 10 días, en Imperial, 2020

Trat.	Evaluaciones							
	Previa	24 horas		48 horas		72 horas		Mortalidad corregida (%)
	Media	Media	%	Media	%	Media	%	
			Mortalidad		Mortalidad		Mortalidad	
T1	12.40 a	3.90 b	29.1	3.90 a	28.5	2.40 b	17.5	80.34
T2	12.60 a	4.37 a	32.4	3.27 b	22.7	3.00 a	22.1	82.70
T3	7.33 c	2.83 c	36.5	2.37 c	29.4	1.43 c	17.7	89.42
T4	8.87 b	0.30 d	3.4	0.37 d	4.1	0.20 d	2.3	9.77
CV	3.02	4.86		4.52		5.92		
F	212.64	516.81		569.13		414.23		
Sig.	<0.0001	<0.0001		<0.0001		<0.0001		

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

A las 24 h. después de la segunda aplicación, el tratamiento T2 registró el mejor valor de control con una media de larvas muertas de 4.37, presentando diferencias estadísticas significativas. Luego en orden decreciente continua el tratamiento T1 y T3 con promedios de 3.90

y 2.83 de larvas muertas respectivamente; sin embargo, al observar el porcentaje de mortalidad, se aprecia que el tratamiento T3 registró ser el mejor control, debido que alcanzó el mayor porcentaje de mortalidad con 36%. Por último, el testigo que no presentó un control mínimo el cual está asociado a los controladores biológico en el campo.

A las 48 horas después de la segunda aplicación, el tratamiento T1 obtuvo el mejor control con 3.90 larvas muertas, lo que representa 28% de mortalidad, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos. Seguido del tratamiento T2 y T3 con una media de larvas muertas de 3.27 y 2.37 respectivamente. Finalmente, el tratamiento testigo con una media de 0.37 de larvas muertas.

A las 72 horas después de la segunda aplicación, el control de *S. frugiperda*, fue mejor con el tratamiento T2 con una media de larvas muertas de 3.0, lo que significa 22% de mortalidad, seguido del tratamiento T1 y T3 con una media de larvas muertas de 2.40 y 1.43 respectivamente. En cuanto, al tratamiento control presentó un porcentaje de mortalidad de 2.3%.

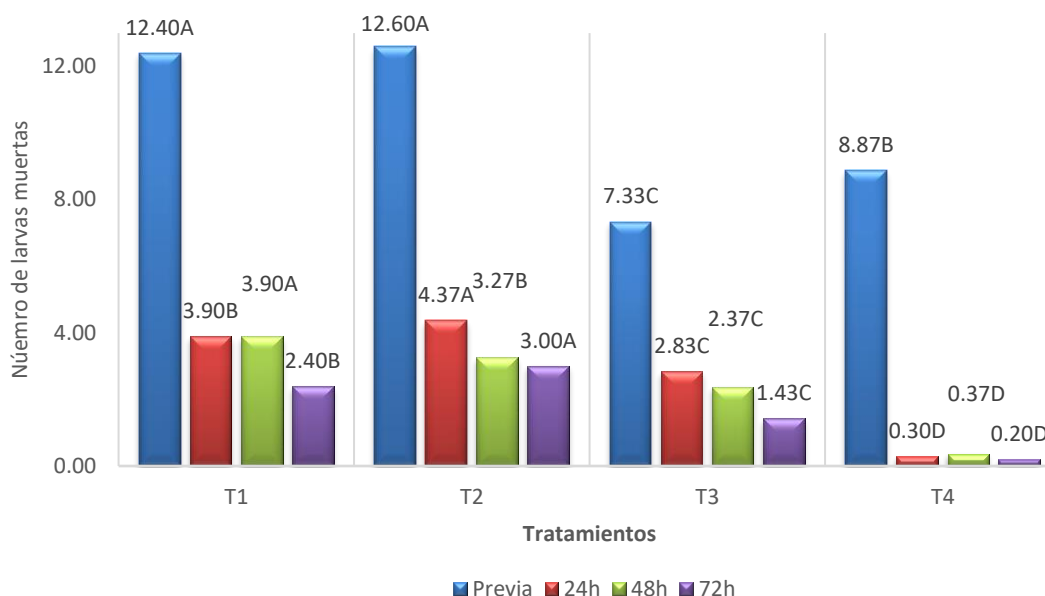
Finalmente, en el acumulado de mortalidad, el tratamiento T3 obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad con 89.42%, siendo superior a los demás tratamientos.

Para visualizar el número de larvas muertas de cualquier estadio de *S. frugiperda*, en función del tiempo después de la segunda aplicación del extracto de *H. crepitans* se presenta la figura 4, donde el punto de partida para la evaluación es antes de la aplicación de los tratamientos se observa que el número de larvas vivas en el cultivo de maíz se encontró entre los valores cercanos entre 7 a 12 larvas.

En la figura 4, se observa que después de la segunda aplicación del extracto *H. crepitans* en el cultivo de maíz, el número de larvas presentes disminuye significativamente después de la segunda aplicación hasta las 72 horas.

Figura 4

*Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (*S. frugiperda*), después de la segunda aplicación de *H. crepitans* en maíz a los 10 días, en Imperial, 2020*



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Al realizar la evaluación a las 24 horas después de la segunda aplicación, se observa que el mayor número de larvas muertas de *S. frugiperda*, fueron para los tratamientos T2, T1 y T3 siendo el tratamiento en la dosis de 75 ml de extracto (T2) que alcanzó mayor mortalidad, seguido de los tratamientos en las dosis de 37.5ml (T1) y 150 ml (T3) que, a su vez, dichos tratamientos ejercieron mayor control sobre el tratamiento testigo (T4) cuyo número de larvas muertas es cercano a cero.

Los extractos aplicados, continúan ejerciendo control sobre las larvas de *S. frugiperda*, ya que, al realizar la evaluación a los 48 días después de la segunda aplicación, se observa que el número de larvas muertas entre los tratamientos se acercan a valores cercanos entre 3 a 5 larvas muertas y continúan hasta las 72 horas después de la segunda aplicación donde el número de larvas muertas se encuentran alrededor de entre 2 a 4 larvas y al ser comparados con el tratamiento testigo, el número de larvas muertas se mantiene constante con valores cercanos a cero.

c) Tercera aplicación

Se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los promedios del número de larvas de *S. frugiperda*, por acción de la tercera aplicación de *H. crepitans*, tal como se muestra en la tabla 9, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 con el tratamiento T1 y T3, las medias variaron desde 6.53 a 7.30 larvas.

Tabla 9

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la tercera aplicación de H. crepitans en maíz a los 15 días, en Imperial, 2020.

Trat.	Evaluaciones							
	Previa	24 horas		48 horas		72 horas		Mortalidad corregida (%)
	Media	Media	%	Media	%	Media	%	
			Mortalidad		Mortalidad		Mortalidad	
T1	6.73 b	2.77 a	38.1	2.03 a	26.3	0.63 b	5.8	77.60
T2	7.30 a	2.57 b	31.9	2.20 a	26.3	1.00 a	10.3	75.63
T3	6.53 b	2.30 c	32.0	2.00 a	26.8	1.13 a	14.1	80.47
T4	7.00 ab	0.33 d	4.8	0.37 b	5.2	0.27 c	3.8	13.81
CV	3.68	4.35		7.82		13.19		
F	5.17	503.52		133.13		45.69		
Sig.	0.0281	<0.0001		<0.0001		<0.0001		

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

A las 24 horas, el análisis estadístico muestra diferencias significativas entre los tratamientos siendo el T1 de mejor respuesta de control con una media de larvas controladas de 2.77. Seguido del tratamiento T2 y T3 con valores de 2.57 y 2.30 larvas muertas, para ambos el porcentaje de mortalidad fue del 32%. Finalmente, el testigo presentó control del 4.8%

A los 48 h. después de la tercera aplicación, los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron promedios no significativos entre ellos, con un porcentaje de mortalidad de 26% y 27%. A su vez estos tratamientos fueron superiores al grupo control.

A los 72 h. después de la tercera aplicación, el mejor promedio de larvas controladas se obtuvo con los tratamientos T3 y T2 con una media de 1.13 y 1.0 respectivamente. Estos

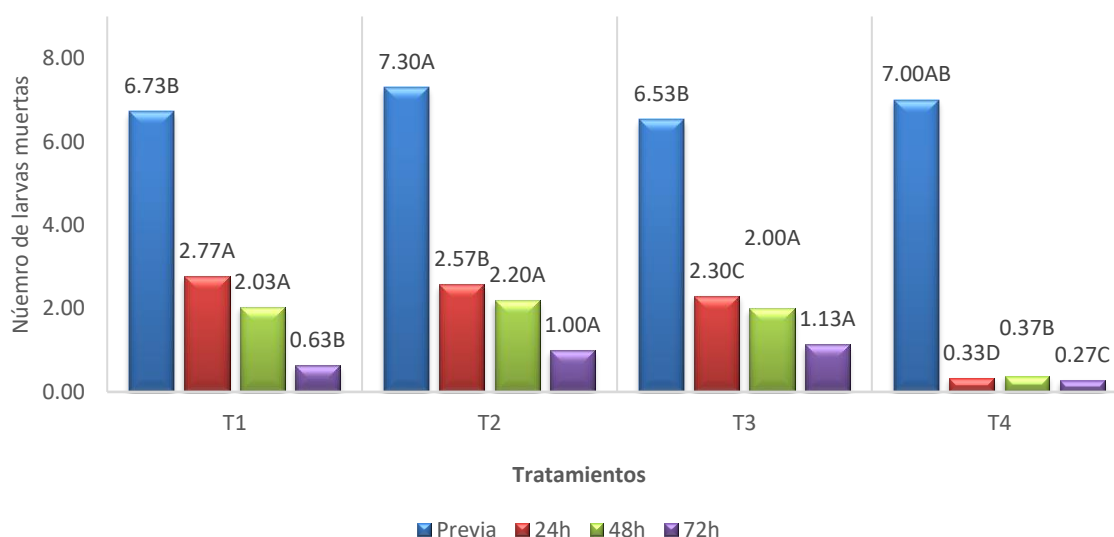
presentaron diferencias significativas con los demás tratamientos. Posteriormente el tratamiento T1 con solo 6% de mortalidad. El tratamiento control presentó una media de 0.27 larvas muertas.

Finalmente, el tratamiento T3 obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad en el acumulado con 80.47%, superando a los demás tratamientos.

Por otra parte, se observa que después de la tercera aplicación del extracto *H. crepitans*, en el cultivo de maíz, el número de larvas presentes disminuye significativamente hasta las 72 horas como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la tercera aplicación de H. crepitans en maíz a los 15 días, en Imperial, 2020.



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Al realizar la evaluación a las 24 horas después de la tercera aplicación de extracto de *H. crepitans*, en el cultivo de maíz, se observa que el mayor número de larvas muertas de *S. frugiperda*, fueron para los tratamientos T1, T2 y T3 siendo el tratamiento en la dosis de 37.5 ml de extracto (T1) que alcanzó mayor mortalidad, seguido de los tratamientos en las dosis de 75ml (T2) y 150 ml (T3) que, a su vez, dichos tratamientos ejercieron mayor control sobre el tratamiento testigo que no ejerce control sobre larvas de *S. frugiperda*.

Los extractos aplicados, continúan ejerciendo control sobre las larvas de *S. frugiperda*, durante el periodo de evaluación, como se observa a los 48 días después de la tercera aplicación, el número de larvas muertas entre los tratamientos son mayores a 2 larvas muertas y continúan controlando hasta las 72 horas después de la tercera aplicación donde el número de larvas muertas se encuentran cercano a 1 larva, mientras que el tratamiento testigo, no ejerce ningún control sobre *S. frugiperda*.

d) Cuarta aplicación

Se afirma que existen diferencias significativas entre los promedios del número de larvas muertas y el porcentaje de mortalidad por efecto de la cuarta aplicación del extracto *H. crepitans* en el cultivo de maíz.

El conteo de larvas vivas se realiza antes de la aplicación de los tratamientos donde los promedios se encuentran en el rango de 5.47 a 6.50 larvas por cada 20 plantas evaluadas, presentando diferencias estadísticas entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la cuarta aplicación de H. crepitans, en maíz a los 20 días, en Imperial, 2020.

Trat.	Evaluaciones							Mortalidad corregida (%)
	Previa	24 horas		48 horas		72 horas		
	Media	Media	%	Media	%	Media	%	
			Mortalidad		Mortalidad		Mortalidad	
T1	5.87 b	2.00 a	31.4	1.53 a	21.2	1.00 b	12.2	73.00
T2	6.50 a	2.03 a	28.5	1.67 a	20.7	1.10 ab	12.0	68.93
T3	5.47 b	1.77 b	29.5	1.63 a	25.2	1.17 a	16.6	80.44
T4	5.90 b	0.23 c	4.0	0.37 b	6.2	0.33 c	5.7	15.82
CV	3.54	5.74		5.88		10.64		
F	12.33	294.63		200.76		48.24		
Sig.	0.0023	<0.0001		<0.0001		<0.0001		

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

A las 24 h. después de la cuarta aplicación, los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias estadísticas significativas, pero al ser comparadas con el tratamiento T3 se observa que presenta diferencias estadísticas; donde el tratamiento T1 y T3 alcanza porcentajes de mortalidad de 31% y 30% respectivamente, mientras que el T2 alcanza el 28% de porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda*.

A las 48 horas después de la cuarta aplicación, los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron los mejores valores de larvas muertas, con un porcentaje de mortalidad que varían de 21% a 25%. Así mismo, estos tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al grupo control.

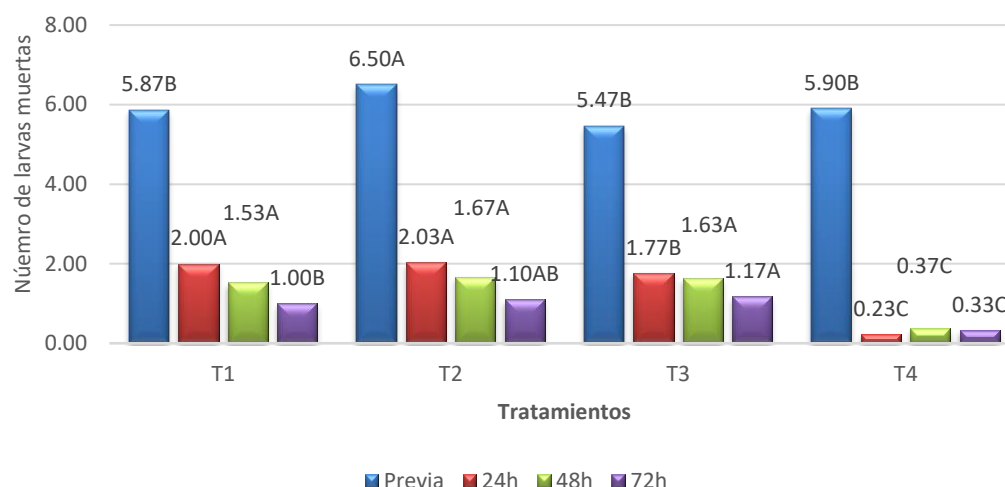
A las 72 horas después de la cuarta aplicación, se obtuvo un mejor control con el T3 con 1.17 larvas muertas, representando 17% de mortalidad. A su vez, el T3 no presentó diferencias significativas con el T2 con 1.10 larvas muertas, luego el T1 con una media de 1.0, lo que representa 12% mortalidad. El tratamiento testigo presentó porcentaje de mortandad de 5.7%.

Finalmente, en el acumulado de mortalidad, el T3 reportó el mayor porcentaje de mortalidad con 80.47%, superando a los demás tratamientos.

Para visualizar el comportamiento de la variable, frente a la cuarta aplicación del extracto *H. crepitans* en el cultivo de maíz, se realizó la figura 6, donde se relaciona el número de larvas muertas en el eje de ordenadas con el tiempo después de la aplicación de *H. crepitans*, en el eje de las abscisas.

Figura 6

*Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (*S. frugiperda*), después de la cuarta aplicación de *H. crepitans* en maíz a los 20 días, en Imperial, 2020.*



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Al realizar la evaluación a las 24 horas después de la cuarta aplicación de extracto de *H. crepitans*, en el cultivo de maíz, se observa que el mayor número de larvas muertas de *S. frugiperda*, fueron para los tratamientos T2, T1 y T3 siendo el tratamiento en la dosis de 75 ml de extracto (T2) junto con el tratamiento en la dosis de 37.5 ml (T1) iguales y diferente al tratamiento T3 (150 ml), a su vez, dichos tratamientos ejercieron mayor control sobre el tratamiento testigo (T4) que ejerce mínimo control de larvas de *S. frugiperda*.

Los extractos aplicados, continúan ejerciendo control sobre las larvas de *S. frugiperda*, durante el periodo de evaluación, como se observa a los 48 h después de la cuarta aplicación, el número de larvas muertas entre los tratamientos son cercanos a 2 larvas muertas y continúan controlando hasta las 72 horas después de la cuarta aplicación donde el número de larvas muertas se encuentran cercano a 1 larva, mientras que el tratamiento testigo, no ejerce ningún control sobre *S. frugiperda*.

e) Quinta aplicación

Se afirma que existen diferencias significativas entre los promedios del número de larvas muertas y el porcentaje de mortalidad por efecto de la quinta aplicación del extracto *H. crepitans*, en el cultivo de maíz.

El conteo de larvas vivas se realizó antes de la aplicación de los tratamientos donde los promedios se encuentran en el rango de 6.07 a 6.73 larvas, presentado diferencias estadísticas entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la quinta aplicación de H. crepitans en maíz a los 25 días, en Imperial, 2020.

Trat.	Evaluaciones							
	Previa	24 horas		48 horas		72 horas		Mortalidad corregida (%)
	Media	Media	%	Media	%	Media	%	
			Mortalidad		Mortalidad		Mortalidad	
T1	6.73 a	1.97 a	25.8	1.57 b	19.6	1.57 ab	17.9	71.24
T2	6.07 b	1.90 a	28.0	1.50 b	21.1	1.40 b	17.7	75.25
T3	6.73 b	2.13 a	28.4	2.00 a	26.4	1.73 a	20.5	84.74
T4	6.60 a	0.30 b	4.5	0.30 c	4.5	0.43 c	6.6	15.66
CV	4.12	6.86		6.80		7.79		
F	4.17	188.26		191.30		101.89		
Sig.	0.0472	<0.0001		<0.0001		<0.0001		

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

A las 24 horas después de la quinta aplicación, los tratamientos T1, T2 y T3 no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí; con una mortalidad de larvas de 26% al 28%. No obstante, fueron diferentes estadísticamente con respecto al tratamiento control que presentó mortalidad de 4.5%.

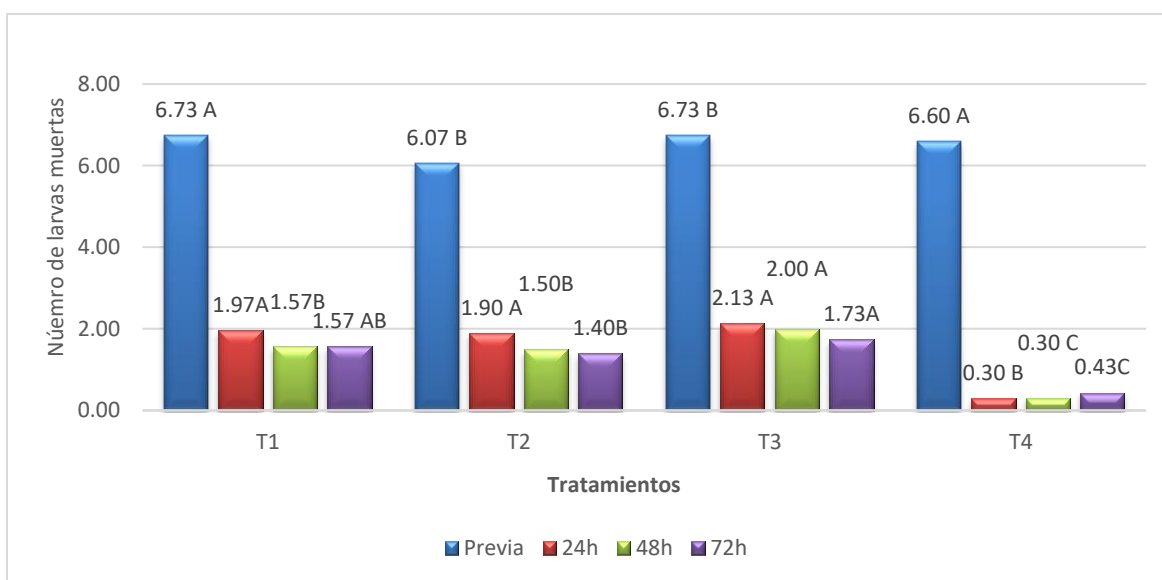
A los 48 h. después de la quinta aplicación, el tratamiento T3 fue superior a controlar larvas de *S. frugiperda*, con un promedio de 2.0 que equivale al 26% de mortalidad. Seguidos del tratamiento T1 y T2 con una media de 1.57 y 1.50 respectivamente lo que representa 21% y 10% de mortalidad.

A los 72h. después de la quinta aplicación, se obtuvo un mejor control con el T3 con 1.73 larvas muertas, equivalente a 21% de mortalidad. Así mismo el tratamiento T3 no presentó diferencias estadísticas con el tratamiento T1, que obtuvo una media de 1.57, seguidos del tratamiento T2 con una media de 1.40 de larvas muertas de *S. frugiperda*. En el acumulado del porcentaje de mortalidad, el T3 superó a los demás tratamientos con 84.74%.

La figura 7, muestra el efecto del extracto *H. crepitans*, sobre las larvas de *S. frugiperda* (J.E Smith), hasta las 72 horas después de la quinta aplicación.

Figura 7

Promedio de larvas muertas y porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), después de la quinta aplicación de H. crepitans en maíz a los 25 días, en Imperial, 2020.



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Al realizar la evaluación a las 24 horas después de la quinta aplicación de extracto de *H. crepitans*, en el cultivo de maíz, se observa que el mayor número de larvas muertas de *S. frugiperda*

J.E Smith), fueron para los tratamientos T3, T1 y T2; siendo el tratamiento T3 que obtuvo mayor número de larvas muertas, luego los tratamientos T2 y el tratamiento T1 que alcanzaron controlar igual número de larvas, a su vez, dichos tratamientos son superiores para controlar larvas de *S. frugiperda*, en comparación del tratamiento testigo que no ejerce control sobre larvas de *S. frugiperda*.

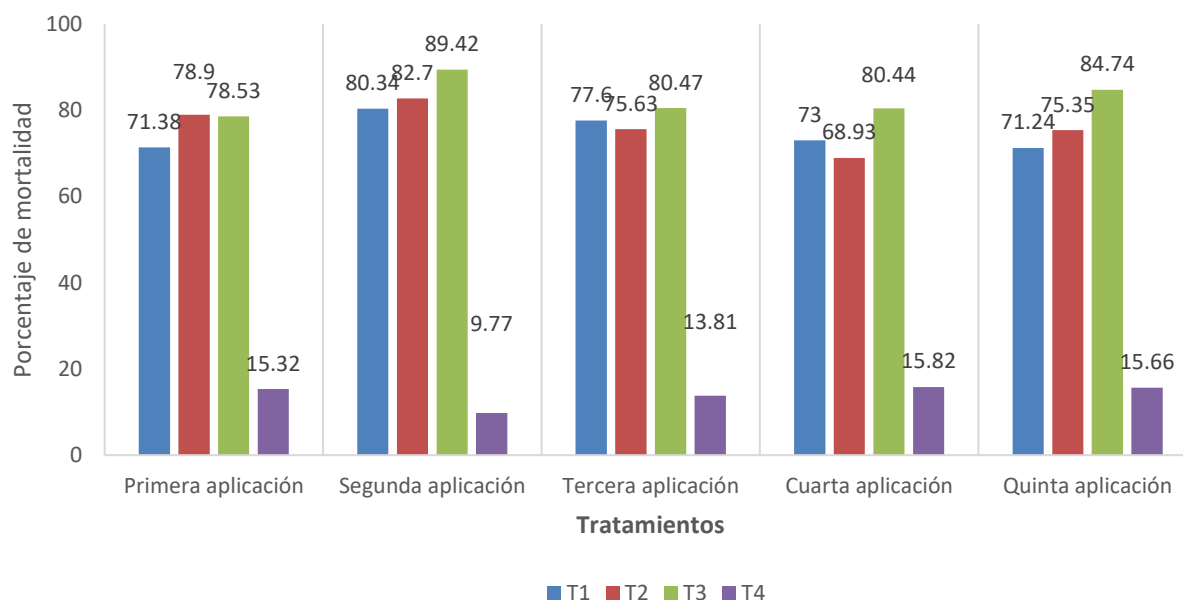
Los extractos aplicados, continúan ejerciendo control sobre las larvas de *S. frugiperda*, durante el periodo de evaluación, como se observa a los 48 días después de la quinta aplicación, el número de larvas muertas entre los tratamientos son cercanos a 2 larvas muertas siendo superior el tratamiento T3 y continúan controlando hasta las 72 horas después de la quinta aplicación donde el número de larvas muertas se encuentran cercano a 2 larvas, mientras que el tratamiento T4 no ejerce ningún control sobre *S. frugiperda*.

f) Resumen de aplicaciones de *H. crepitans*.

En la figura 8 se aprecia las comparaciones entre las aplicaciones realizadas. Se aprecia que todos los tratamientos con *H. crepitans*, mostró un mayor efecto control del gusano cogollero (*S. frugiperda*), a comparación del tratamiento testigo. El T3 presentó mayor promedio de porcentaje de mortalidad para la segunda, tercera, cuarta y quinta aplicación con 89.42, 80.47, 80.44 y 84.74 % respectivamente. Sin embargo, el T2 obtuvo mayor porcentaje de mortandad con 78.9 %, seguido de los porcentajes de los T2 y T1. Por último, el tratamiento T4 presentó un mínimo control de larvas de *S. frugiperda* debido a la presencia de controladores biológicos.

Figura 8

Promedio de porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero (S. frugiperda), en maíz por efecto de las aplicaciones de H. crepitans, Imperial 2020



Nota. Promedio de las mortalidades de larvas muertas de las cinco aplicaciones.

4.1.2. Daño ocasionado por el gusano cogollero (*S. frugiperda*)

4.1.2.1. Índices de grados de daño de la planta

Existe efecto atribuible a los tratamientos en los niveles de índice de daño en las plantas de maíz, tal como se aprecia en la tabla 12 y figura 9.

Tabla 12

Efecto del (H. crepitans) en el grado de daño ocasionado por el gusano cogollero (S. frugiperda J.E Smith), en maíz, Imperial 2020

Tratamiento	Grado de daño	Grados
T1	3.57 b	4
T2	2.80 c	3
T3	1.71 d	2
T4	4.59 a	5
CV	2.01	
F	1098.03	
Sig.	<0.0001	

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

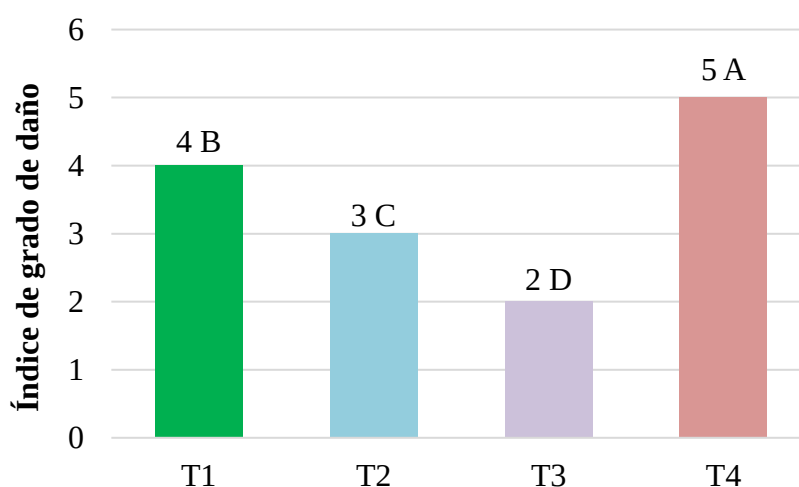
El tratamiento T3 presentó el menor valor de grado de daño ocasionado por larvas de (*S. frugiperda*), con un promedio de 1.71. Es decir, obtuvo un índice de grado 2, donde el daño ocasionado al área foliar es menor al 10% y las plantas presentaron pequeñas comeduras en las hojas, en segundo lugar ocupa el tratamiento T2 con un índice de grado 3, donde se observó plantas de maíz cuyas hojas presentaron agujeros de forma irregular de hasta 15% del área foliar, en tercera posición se encuentra el tratamiento T1 con un promedio de 3.57 es decir con un índice de daño de grado 4, presentando daño en la hojas de hasta 30% del área foliar y con síntomas de hojas secas en las puntas.

Finalmente, el tratamiento control reportó el mayor grado de daño con promedio de 4.59, es decir con índice de grado 5, caracterizado por fuertes daños en la planta con más del 50% del área foliar y presencia de hojas secas en las áreas dañadas.

Para visualizar los índices de grado de daño de larvas de *S. frugiperda*, se realizó la figura 9.

Figura 9

Efecto del H. crepitans, en el grado de daño ocasionado por el gusano cogollero (S. frugiperda) en maíz, Imperial 2020



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

De la figura 9, se obtiene que el tratamiento T4 no controla los daños del cogollero en las plantas de maíz, ya que, al no controlar dicha plaga, alcanza el índice de daño con el grado más alto (grado 5), es decir los daños ocasionado por el cogollero (*S. frugiperda*), son mayores al 50% en el área foliar de las plantas de maíz evaluados.

Por otro lado, se observa que a medida que se aumenta la dosis de aplicación de extracto de *H. crepitans*, en el cultivo de maíz el índice de daño de *S. frugiperda*, va en disminución, como se observa en la figura 9, a medida que la dosis de aplicación aumenta de 37.5 ml (T1) a 150 ml (T3), el índice de daño en las plantas disminuye del grado 4 al grado 2.

4.1.2.2. Número de cogollos dañados

La tabla 13, muestra diferencias significativas entre las dosis tratadas con *H. crepitans*. El tratamiento T3 presentó el mejor valor con un promedio de 0.31, seguido del tratamiento T2 y T1 con una media de 0.91 y 1.55 respectivamente. Finalmente, el tratamiento testigo presentó mayor valor de cogollos infestados con una media de 2.02.

El gusano cogollero (*S. frugiperda*), al encontrarse en mayor densidad poblacional estaría en mejores condiciones para dañar severamente los puntos de crecimiento, tal como ocurre en las plantas no tratadas.

Tabla 13

Promedio del número de cogollo dañados de maíz por efecto del H. crepitans, en Imperial 2020

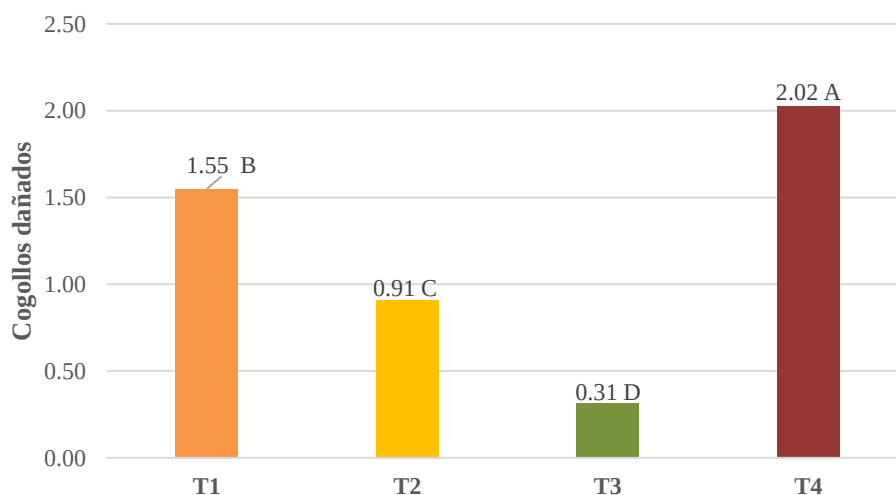
Tratamiento	Número de cogollos
T1	1.55 b
T2	0.91 c
T3	0.31 d
T4	2.02 a
CV	1.36
F	6278.36
Sig.	<0.0001

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Según la figura 10, a medida que se aumenta la dosis de aplicación de extracto de *H. crepitans*, en el cultivo de maíz el número de cogollos dañados en la planta disminuye, por ejemplo, al aumentar la dosis de 37.5 ml (T1) a 150 ml (T3) tiene como efecto la disminución del número de cogollos dañados en promedio de 1.55 a 0.31.

Figura 10

Promedio del número de cogollo dañados de maíz por efecto del H. crepitans, en Imperial 2020.



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

4.1.3. Crecimiento y rendimiento de la producción de maíz (*Z. mays*)

4.1.3.1. Altura de planta

La tabla 14 y figura 11, reportan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para la variable altura de planta de maíz (<0.0001). Logrando la mayor altura con el tratamiento T3 con 200.04 cm; posteriormente el tratamiento T2 y T1 con un promedio de 180.37 y 171.58 cm respectivamente, y, por último, el menor promedio con el tratamiento control con 167.04 cm.

Tabla 14.

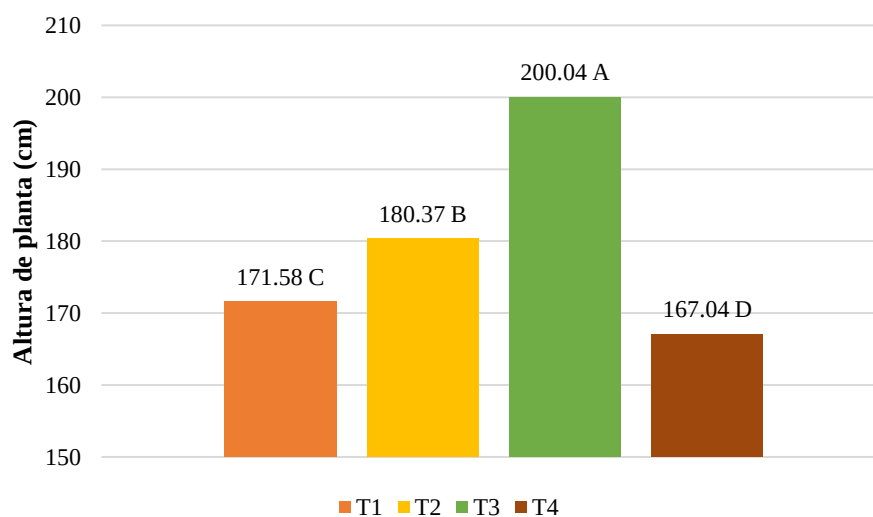
Promedio de altura de planta maíz por efecto de H. crepitans en Imperial 2020

Tratamiento	Altura de planta (cm)
T1	171.58 ± 0.74 c
T2	180.37 ± 0.38 b
T3	200.04 ± 0.39 a
T4	167.04 ± 0.09 d
CV	0.47
F	807.53
Sig.	<0.0001

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 11

Promedio de altura de planta maíz por efecto de H. crepitans, en Imperial 2020.



Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

4.1.3.2. Masa de la producción de maíz

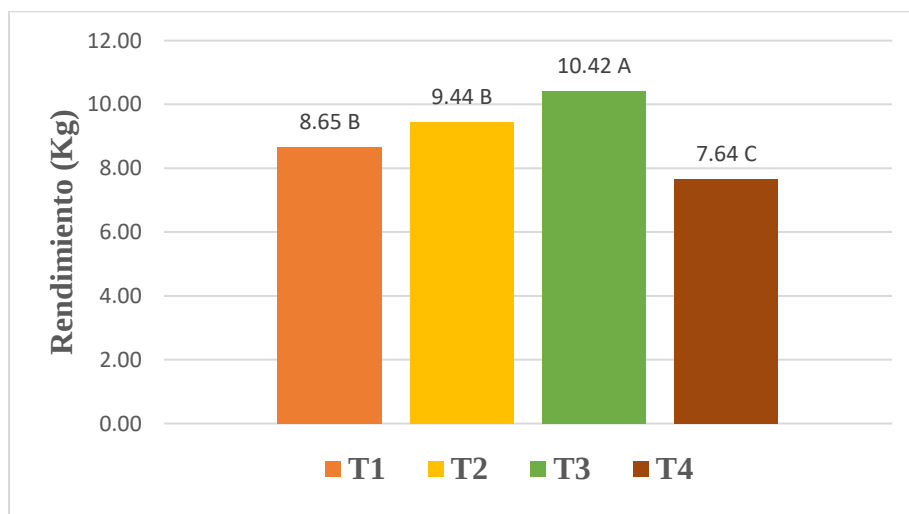
De acuerdo con la tabla 14 se afirma que existe efecto atribuible a las dosis de aplicación de *H. crepitans* sobre la masa de la producción de maíz.

Tabla 15*Promedio de rendimiento de maíz por efecto de H. crepitans, en Imperial 2020*

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)
T1	8.65 ± 0.122 b
T2	9.44 ± 0.088 b
T3	10.42 ± 0.071 a
T4	7.64 ± 0.358 c
CV	3.77
F	35.99
Sig.	<0.0001

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

Los promedios de los tratamientos según la tabla 15 y figura 12, señalan que existen diferencias significativas (<0.0001) en la masa de producción de maíz alcanzando su mayor valor con el uso del tratamiento T3 con 10.42 t/ha, seguido del tratamiento T2 y T1 con una media de 9.44 y 8.65 t/ha respectivamente, el menor promedio fue obtenido con el tratamiento testigo con 7.64 t/ha.

Figura 12*Promedio de rendimiento de maíz por efecto de H. crepitans, en Imperial 2020*

Nota. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey.

4.2. Discusiones de resultados

Para la variable porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda*, se afirma que se encontraron diferencias significativas en el control de larvas en todas las aplicaciones, independientemente de la dosis aplicada del biocida de *H. crepitans*. El mejor resultado se reportó con el T3 con una dosis de 150 ml del extracto, estos resultados probablemente de deba a los compuestos que presente el extracto de *H. crepitans*, entre ellos el compuesto de aceite. Njoku et al. (1996) reportaron que *H. crepitans*, contiene aproximadamente 50% de aceite y sus constituyentes principales son el ácido palmítico, esteárico, oleico y linoleico. Dadd (2003) menciona que algunos ácidos grasos insaturados son considerados tóxico, en especial el ácido oleico. Adedire & Ajayi (2003) indican que el aceite podría bloquear el intercambio gaseoso a través del espiráculo, provocando la asfixia y muerte de la larva. Del mismo modo, Janzen et al. (1976) afirman que los cianolípidos con una concentración de 1-5% son mortales para las larvas de *brúquidos* en *Vigna unguiculata*. Esto debido a que la mayoría de insectos respiran a través de la tráquea y el ingreso de aire externo por lo largo de la superficie de su cuerpo por medio del espiráculo (Adedire & Akinkurolere, 2005).

Nuestros resultados son semejantes a los obtenidos por Iannacone et al. (2014) quienes reportaron que el extracto de *H. crepitans*, a una concentración de 1 mg de ingrediente activo/l a las 24 h y 48 h provocó una mortalidad del 55.57% y 56.59% de larvas de primer instar de *S. frugiperda*, en condiciones de laboratorio. Por su parte Amaya et al. (2009) compararon nueve extractos vegetales, y constataron que *H. crepitans*, ocasionó mayor mortalidad, a una concentración del 5% ocasionó una mortalidad de 72.5% de *Dasiops spp.* en granadilla bajo condiciones de casa malla; no obstante, este resultado fue inferior al testigo comercial. Obembe & Kayode (2018) reportaron que tanto extracto en polvo de *H. crepitans* y el aceite del mismo son efectivos en el control de *Sitophilus zeamais* en todos los estadios, plaga que ocasiona daños a los granos de maíz en almacén.

En cuanto a la variable índice de daño, nuestros tratamientos tuvieron respuestas significativas. El efecto de *H. crepitans*, en la reducción de grado de daño foliar podría deberse a los metabolitos secundarios, ya que son parte de su composición. Los metabolitos secundarios están involucrados en la defensa de la planta (Vassallo et al., 2020). Smilanich et al. (2011) señalan que, al incrementar las concentraciones de metabolitos secundarios en el alimento de insecto, reduce significativamente la tasa de crecimiento de las larvas; y con ello el grado de

incidencia de la plaga se reduce notoriamente. Existen estudios que constatan que el efecto de los bioplaguicidas es tan eficaces como los sintéticos con el objetivo de minimizar los daños ocasionado por *S. frugiperda*, a en maíz (Nboyine et al., 2022). Por su parte Ojeda (2018) evaluó el grado de daño ocasionado por larvas de gusano cogollero *S. frugiperda*, en maíz y constató que con aplicaciones de los insecticidas Chlorantraniliprole, Spinetoram, Indoxacarb, Chlorfenapyr, Emamectin benzoato, *Bacillus thuringiensis* y un testigo absoluto se obtuvieron menor grado de daño foliar por *S. frugiperda*, con promedios de 3.08 y 3.14 grado, dichos grados de daño son cercanos a los obtenidos en la presente investigación.

También se reporta respuestas significativas en la variable número de cogollos infestados por larvas de gusano cogollero por efecto del *H. crepitans*. En las plantas sin tratamientos, la plaga estaría en mayor densidad poblacional la plaga y en mejores condiciones para dañar severamente los puntos de crecimiento, ocasionando mayor número de cogollos infestados. En ese sentido Ojeda (2018) reportó que con la protección de plantas de maíz a base de Chlorantraniliprole y Spinetoram se redujo la población de *S. frugiperda* y, en consecuencia, se minimiza el número de cogollos infestados (3.75 a 4 en promedio).

La altura de planta alcanzado fue de 167.04 cm a 200.04 cm con diferencias significativas entre los tratamientos evaluados aplicación de extracto de *H. crepitans* L. Este efecto podría deberse a que los daños de larvas de *S. frugiperda* J.E Smith, afectarían los puntos de crecimiento y en consecuencia se reportaría una menor altura de planta. Aniwanou et al. (2020) afirmaron que las variables de altura de planta y grosor de tallo obtuvieron resultados significativos al tratarlas con productos biorracionales y un insecticida semisintético en comparación de las plantas que no fueron tratadas. Joly et al. (2022) analizaron la altura de planta con otros bioinsecticidas, obteniendo respuesta con el extracto etanólico de *Lantara camara* a comparación del extracto de neem y testigo, las dosis de extracto de *Lantara camara* al 10 y 20 % mostraron mejor altura de planta de maíz a los 35, 42, 56 y 63 días después de la siembra.

Finalmente, para la variable masa de producción de maíz se reporta mayor valor con el uso del tratamiento T3 con 10.7 t/ha, con el tratamiento T2 9.41 t/ha y con el tratamiento T1 8.88 t/ha, y con el tratamiento testigo (T4) 8.15 t/ha. Estos resultados se debe, a que la cosecha en grano de maíz estaría afectada directamente por los daños ocasionados de larvas de *S. frugiperda*, en la etapa de crecimiento vegetativo; sin embargo, el daño en los órganos reproductivos y mazorcas también afectarían los resultados finales (Tambo et al., 2019). En esa línea, Dhobi et al. (2020)

quienes analizaron el rendimiento de maíz en el efecto de otros bioplaguicidas en el control de *S. frugiperda*, en maíz, aseveraron que con *Nomuraea rileyi* 1%WP, *Bacillus thuringiensis* 1 % WG y Azadirachtin 1500 ppm se obtuvieron rendimientos significativos en comparación al control. De igual forma Joly et al. (2022) reportaron un incremento del rendimiento de grano seco de maíz con 4137.33 kg/ha al emplear aceite de neem a dosis de 1l/ha a comparación del tratamiento control (2812.6 kg/ha).

V. Conclusiones

- Se evidenció resultados significativos en número de larvas muertas de *S. frugiperda*, a las 24h, 48h, y 72h con las parcelas tratadas con extractos de *H. crepitans*, con respecto a las parcelas no tratadas. El tratamiento T2 con dosis de 75ml/l agua obtuvo mayor porcentaje de mortalidad con 78.90% en la aplicación 1, mientras que el tratamiento T3 de dosis de 150 ml/l agua se obtuvo 89.42, 80.47, 80.44 y 84.74% en las aplicaciones 2, 3, 4 y 5.
- El tratamiento T3 redujo significativamente el grado de daño ocasionado y los cogollos infestados por las larvas de *S. frugiperda*, obteniendo valores de 1.71 y 0.31 respectivamente.
- El extracto de *H. crepitans*, influenció en las variables de altura de planta y rendimiento, siendo el T3 con mayor valor con 200.04 cm y 10.42 t/ha.
- El extracto *H. crepitans*, juega un papel importante como un bioestimulante ya que genera el crecimiento y desarrollo en la planta.

VI. Recomendaciones

En base a los resultados se recomienda:

- Realizar estudios a mayores dosis de extracto de *H. crepitans*, en el control de *S. frugiperda*, en maíz.
- Explorar y realizar más investigaciones de *H. crepitans*, en el control de larvas de lepidópteros, en las etapas iniciales del cultivo de maíz el cual la *S. frugiperda*, se presenta con mayor intensidad.
- Realizar estudios sobre la aplicación de *H. crepitans*, en el control de larvas de lepidópteros y su efecto en los controladores benéficos.
- Incorporar *H. crepitans*, como parte de un manejo integrado en el control de *S. frugiperda*, en maíz.
- Realizar las aplicaciones de *H. crepitans*, teniendo en cuenta el ciclo biológico de las plagas, en el caso de la *S. frugiperda*, se debe de realizar de tarde o noche, ya que el insecto plaga se presentan con mayor intensidad en ese momento.
- Acompañar las aplicaciones con reguladores de *pH*, adherentes y productos que ayuden a tener mayor homogeneidad en la aplicación, con el propósito de que las gotas cubran la totalidad de las hojas.

VII. Referencias Bibliográficas

- Abbott, W. (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/JEE/18.2.265A>
- Adedire, C., & Ajayi, O. (2003). Potential of sand box, *Hura crepitans* L. seed oil for protection of cowpea seeds from *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 110(6), 602-610. <https://www.jstor.org/stable/43215555>
- Adedire, C., & Akinkurolere, R. (2005). Bioactivity of Four Plant Extracts on Coleopterous Pests of Stored Cereals and Grain Legumes in Nigeria. *Zoological Research*, 26(3), 243-249. <https://www.zoores.ac.cn/en/article/id/2458?viewType=HTML>
- Ahir, K. C., Mahla, M. K., Lekha, R. S., & Dangi, N. L. (2020). Biology of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize (*Zea mays* L.). *Journal of Entomological Research*, 44(3), 429-432. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2020.00072.9>
- Akoijam, R., Ningombam, A., Beemrote, A., Shashank, P. R., & Ansari, M. A. (2022). Detection of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) and its biology under Manipur conditions. *Journal of Entomological Research*, 46(1), 195-198. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2022.00035.4>
- Amaya, O., Devia, E., & Salamanca, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops* spp., en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(2), 141-151. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num2_art:136
- Aniwanou, C., Sinzogan, A., Deguenon, J., Sikirou, R., Stewart, D., & Ahanchede, A. (2021). Bio-Efficacy of Diatomaceous Earth, Household Soaps, and Neem Oil against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae in Benin. *Insects*, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.3390/INSECTS12010018>
- Beadle, G. (2011). The origin of *Zea mays*. En C. Reed (Ed.), *Origins of Agriculture* (pp. 615-636). De Gruyter Mouton. <https://doi.org/10.1515/9783110813487.615/MACHINEREREADABLECITATION/RIS>
- CABI. (2019). *Hura crepitans* (sand box). Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/27996>
- Carroll, M. J., Schmelz, E. A., Meagher, R. L., & Teal, P. E. A. (2006). Attraction of *Spodoptera frugiperda* Larvae to Volatiles from Herbivore-Damaged Maize Seedlings. *Journal of Chemical Ecology* 2006 32:9, 32(9), 1911-1924. <https://doi.org/10.1007/S10886-006-9117-9>
- Chapman, J. W., Williams, T., Martínez, A. M., Cisneros, J., Caballero, P., Cave, R. D., & Goulson, D. (2000). Does cannibalism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) reduce the risk of predation? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2000 48:4, 48(4), 321-327. <https://doi.org/10.1007/S002650000237>

- Dadd, R. (2003). Insect Nutrition: Current Developments and Metabolic Implications. *Annual Review of Entomology*, 18, 381-420. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.18.010173.002121>
- De Almeida, R., De Souza, R., Vieira, S., De Oliveira, H., & Holtz, A. (2002). Biology review, occurrence and control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) in corn in Brazil. *Bioscience Journal*, 18, 41-48.
- Dhobi, C. B., Zala, M. B., Verma, H. S., Sisodiya, D. B., Thumar, R. K., Patel, M. B., Patel, J. K., & Borad, P. K. (2020). Evaluation of Bio-pesticides against Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in Maize. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(8), 1150-1160. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.908.127>
- Doebley, J. (1990). Molecular Evidence and the Evolution of Maize. *Economic Botany*, 44(3 Supplement), 6-27. <https://doi.org/10.1007/BF02860472/METRICS>
- Du Plessis, J. (2003). *Maize Production*. Department of Agriculture of South Africa - Grain Crops Institue. [https://www.arc.agric.za/arc-gci/fact sheets library/maize production.pdf](https://www.arc.agric.za/arc-gci/fact%20sheets%20library/maize%20production.pdf)
- Early, R., González-Moreno, P., Murphy, S., & Day, R. (2018). Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/391847>
- Edwards, J. (2009). *Maize growth and development*. NSW Department of Primary Industries. https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/516184/Procrop-maize-growth-and-development.pdf
- Fernández-Calienes, A., Mendiola, J., Acuña, D., Caballero, Y., Scull, R., & Gutiérrez, Y. (2011). Actividad antimalárica y citotoxicidad de extractos hidroalcohólicos de seis especies de plantas usadas en la medicina tradicional cubana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 63(1), 52-57. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602011000100008
- García, P. (2017). Vista de el cultivo del maíz en el mundo y en Perú. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 73-79|. <https://doi.org/https://doi.org/10.36955/RIULCB.2017v4n2.005>
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. Perú: IICA.
- Iannaccone, J., Ayala, H., Alvarino, L., Paredes, C., Villegas, W., Alomia, J., Santos, S., Nolzco, N., & Cruces, L. (2014). *Riesgo ecotoxicológico acuático y terrestre del bioplaguicida catahua, Hura crepitans (Euphorbiaceae)*. *Revista de Toxicología*. <https://www.redalyc.org/pdf/919/91932798007.pdf>
- Janzen, D., Juster, H., & Liener, I. (1976). Insecticidal Action of the Phytohemagglutinin in Black Beans on a Bruchid Beetle. *Science*, 192(4241), 795-796. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1265481>
- Joly, D. V., Chotangui, A. H., Tamesse, J. L., Laurentine, S., Yannick, N., Fofe Nicaise, L., Wenceslas, Y., Aoudou, Y., & Lebel, T. J. (2022). Effects of neem oil and phyto-extract of

- lantana camara on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera-Noctuidae), corn pest in Bankim, Adamawa - Cameroon. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*, 07(05), 1-12. <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2022.5759>
- Justiniano, M., & Fredericksen, T. (2000). *Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas - Ochoó Hura crepitans L. Euphorbiaceae.* USAID. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACL898.pdf
- Kalleshwaraswamy, C. M., Maruthi, M. S., & Pavithra, H. B. (2018). Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*, 80(3), 543. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2018.00238.9>
- Maruthadurai, R., & Ramesh, R. (2019). Occurrence, damage pattern and biology of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on fodder crops and green amaranth in Goa, India. *Phytoparasitica*, 48(1), 15-23. <https://doi.org/10.1007/S12600-019-00771-W>
- Murdia, K., Wadhwani, R., Wadhawan, N., Bajpai, P., & Shekhawat, S. (2016). Maize Utilization in India: An Overview. *American Journal of Food and Nutrition*, 4(6), 169-176. <https://doi.org/10.12691/AJFN-4-6-5>
- Mutyambai, D., Niassy, S., Calatayud, P., & Subramanian, S. (2022). Agronomic Factors Influencing Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Infestation and Damage and Its Co-Occurrence with Stemborers in Maize Cropping Systems in Kenya. *Insects*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/INSECTS13030266>
- Navik, O., Shylesha, A. N., Patil, J., Venkatesan, T., Lalitha, Y., & Ashika, T. R. (2021). Damage, distribution and natural enemies of invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. smith) under rainfed maize in Karnataka, India. *Crop Protection*, 143, 105536. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2021.105536>
- Nboyine, J. A., Kusi, F., Abudulai, M., Badii, B. K., Zakaria, M., Adu, G. B., Haruna, A., Seidu, A., Osei, V., Alhassan, S., & Yahaya, A. (2020). A new pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), in tropical Africa: Its seasonal dynamics and damage in maize fields in northern Ghana. *Crop Protection*, 127, 104960. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2019.104960>
- Nboyine, J., Asamani, E., Agboyi, L., Yahaya, I., Kusi, F., Adazebra, G., & Badii, B. (2022). Assessment of the optimal frequency of insecticide sprays required to manage fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) in maize (*Zea mays* L.) in northern Ghana. *CABI Agriculture and Bioscience*, 3(3), 1-11. <https://doi.org/10.1186/S43170-021-00070-7>
- Njoku, O., Ononogbu, I., Nwaneri, V., & Ugwuanyi, J. (1996). Lipase Activities in *Hura crepitans* Seed Endosperm. *Nigerian Journal of Botany*, 92, 1-26.
- Nnennaya, A., Julian, I., Ijeoma, A., & Godswill, C. (2020). Antinutritional and phytochemical composition of fermented condiment (Ogiri) made from Sandbox (*Hura crepitans*) Seed. *European Academic Research*, 8(4), 1871-19883. https://www.researchgate.net/publication/342698470_Antinutritional_and_phytochemical_composition_of_fermented_condiment_Ogiri_made_from_Sandbox_Hura_crepitan_Seed

- Obembe, O., & Kayode, J. (2018). Evaluation of Toxic Properties of Cotyledon Powders and Oils of Sandbox, *Hura crepitans* L. against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (coleoptera: curculionidae). *Bio Science Research Bulletin*, 34(2), 47. <https://doi.org/10.5958/2320-3161.2018.00007.X>
- Ojeda, R. (2018). *Insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz (Zea mays L.) en La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3420/ojeda-d-ugard-roberto-andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Onu, I., & Aliyu, M. (1995). Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum* spp.) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F) on stored cowpea seed. *International Journal of Pest Management*, 41(3), 143-145. <https://doi.org/10.1080/09670879509371939>
- Oyeleke, G., Afolabi, O., Ojo, A., & Adetoro, R. (2013). Chemical Examination of Sandbox (*Hura Crepitans*) Seed: Amino Acid and Seed Protein Solubility. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 4(6), 56-58. www.iosrjournals.org
- Paliwal, R. (2001). *Morfología del maíz tropical*. FAO. <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s04.htm>
- Prasanna, B., Huesing, J., Eddy, R., & Peschke, V. (2018). *Fall armyworm in Africa: A guide to integrated pest management*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/21658>
- Ramya, S. N., & Maheswari, T. U. (2019). Bionomics of fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on artificial diet. *Indian Journal of Entomology*, 81(4), 788-791. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2019.00169.X>
- Rouf-Shah, T., Prasad, K., & Kumar, P. (2016). Maize—A potential source of human nutrition and health: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1166995>
- Rwomushana, I. (2019). *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). En *Invasive Species Compendium*. CABI. <https://doi.org/10.1079/ISC.29810.20203373913>
- Sarmiento, J., & Sánchez, G. (1997). *Evaluación de insectos* (1ª ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Smilanich, A., Vargas, J., Dyer, L., & Bowers, M. (2011). Effects of Ingested Secondary Metabolites on the Immune Response of a Polyphagous Caterpillar *Grammia incorrupta*. *Journal of Chemical Ecology*, 37(3), 239-245. <https://doi.org/10.1007/S10886-011-9924-5>
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Sunari, A. A. A. S., Mahaputra, I. G. F., Yudha, I. K. W., & Wiradana, P. A. (2021). Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(6), 3378-3389. <https://doi.org/10.13057/BIODIV/D220645>
- Tambo, J. A., Day, R. K., Lamontagne-Godwin, J., Silvestri, S., Beseh, P. K., Oppong-Mensah, B., Phiri, N. A., & Matimelo, M. (2019). Tackling fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)

- outbreak in Africa: an analysis of farmers' control actions. *International Journal of Pest Management*, 66(4), 298-310. <https://doi.org/10.1080/09670874.2019.1646942>
- Tripathi, K., Govila, O., Warriar, R., & Ahuja, V. (2011). *Biology of Zea mays (Maize)*. Indian Council of Agricultural Research (ICAR). <https://biosafety.icar.gov.in/biology-of-zea-mays-maize/>
- Vassallo, A., Armentano, M. F., Miglionico, R., Caddeo, C., Chirollo, C., Gualtieri, M. J., Ostuni, A., Bisaccia, F., Faraone, I., & Milella, L. (2020). Hura crepitans L. Extract: Phytochemical Characterization, Antioxidant Activity, and Nanoformulation. *Pharmaceutics*, 12(6), 1-14. <https://doi.org/10.3390/PHARMACEUTICS12060553>
- Witt, A., & Luke, Q. (2017). *Guide to the naturalized and invasive plants of Eastern Africa*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781786392145.0000>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente.		T1:37.5 ml/l T2:75 ml/l T3:150 ml/l T4: Testigo	Tipo de investigación: En cuanto a su finalidad es de tipo aplicativo, ya que el propósito es minimizar los daños ocasionado por el gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la provincia de Cañete.
¿Cuál es la acción biocida del extracto <i>Hura crepitans</i> L. en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020?	Determinar la acción biocida del extracto de <i>Hura crepitans</i> L. en el control del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020. Objetivos específicos	La aplicación de biocida <i>Hura crepitans</i> L. permitirá controlar al gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020. Hipótesis específicas	Aplicación de extractos (<i>Hura crepitans</i> L.)	Relación de extracto biocida de (<i>Hura crepitans</i> L.) y agua.		En cuanto al alcance de sus objetivos será experimental puro, ya que se manipuló las variables independientes (dosis de extracto de <i>Hura crepitans</i> L.) para cuantificar su efecto en las variables dependientes.
Problemas específicos			Variable Dependiente.			En cuanto al estudio de las variables será cuantitativo, ya que las variables y sus indicadores de estudio son palpable y medidos en unidades del sistema internacional de medida - SI.
PE1. ¿Cuál es la dosis del biocida <i>Hura crepitans</i> L. que alcanza la mayor mortalidad de la población de larvas del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020?	OE1. • Determinar la dosis del biocida <i>Hura crepitans</i> L. que alcanza la mayor mortalidad de la población de larvas de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020.	HE1. La aplicación del biocida <i>Hura crepitans</i> L. ocasionará alta mortalidad de la población de larvas del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020.	Porcentaje de mortalidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith.	Número de larvas muertas.	N.	
PE2. ¿Cuál es la dosis del biocida de <i>Hura crepitans</i> L. que alcanza el menor grado de daño de planta ocasionado por el gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020?	OE2. • Determinar la dosis del biocida <i>Hura crepitans</i> L. que alcanza el menor grado de daño de planta ocasionado por el gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020.	HE2. La aplicación del biocida <i>Hura crepitans</i> L. reducirá el daño de planta ocasionado por larvas de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith) en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020.	Grado de daño de la planta de maíz.	Índice de grados de daño de la planta.	Grados	
PE3. ¿Cuál es el efecto de la aplicación del biocida <i>Hura crepitans</i> L. en el crecimiento y rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020?	OE3. • Determinar el crecimiento y rendimiento del maíz (<i>Zea mays</i> L.) mediante la aplicación del biocida (<i>Hura crepitans</i> L.) en Imperial, 2020.	HE3. La aplicación del biocida <i>Hura crepitans</i> L. permitirá incrementar el crecimiento y rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Imperial, 2020.	Crecimiento y rendimiento de maíz.	Altura de la planta Masa de la producción	cm Kg/ha	Nivel de investigación: Es descriptivo. Es transversal Es explicativa
						Método y diseño de investigación: El método es experimental y la modalidad a utilizar para la investigación se plantea en Diseño Completo al Azar DCA, la obtención de datos será mediante la observación directa, y con la manipulación de equipos e instrumentos de medición.

Anexo 2 Análisis de variancia de las variables evaluadas

Primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Análisis de variancia para larvas de la totalidad de estadío previa a la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	5.18	1.73	11.50	0.0028
Error	8	1.20	0.15		
Total	11	6.38			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	15.24	5.08	435.52	<0.0001
Error	8	0.09	0.01		
Total	11	15.34			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	12.79	4.26	393.64	<0.0001
Error	8	0.09	0.01		
Total	11	12.88			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	6.03	2.01	56.09	<0.0001
Error	8	0.29	0.04		
Total	11	6.32			

Segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Análisis de variancia para larvas de la totalidad de estadío previa a la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	61.67	20.56	212.64	<0.0001
Error	8	0.77	0.10		
Total	11	62.44			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	29.72	9.91	516.81	<0.0001
Error	8	0.15	0.02		
Total	11	29.87			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	21.34	7.11	569.13	<0.0001
Error	8	0.10	0.01		
Total	11	21.44			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	13.46	4.49	414.23	<0.0001
Error	8	0.08	0.01		
Total	11	13.55			

Tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Análisis de variancia para larvas de la totalidad de estadío previa a la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	1.00	0.33	5.17	0.0281
Error	8	0.51	0.06		
Total	11	1.51			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	11.33	3.78	503.52	<0.0001
Error	8	0.06	0.01		
Total	11	11.39			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	6.66	2.22	130.13	<0.0001
Error	8	0.13	0.02		
Total	11	6.79			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	1.37	0.46	45.64	<0.0001
Error	8	0.08	0.01		
Total	11	1.45			

Cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Análisis de variancia para larvas de la totalidad de estadío previa a la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	1.63	0.54	12.33	0.0023
Error	8	0.35	0.04		
Total	11	1.99			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	6.63	2.21	294.63	<0.0001
Error	8	0.06	0.01		
Total	11	6.69			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	3.51	1.17	200.76	<0.0001
Error	8	0.05	0.01		
Total	11	3.56			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	1.33	0.44	48.24	<0.0001
Error	8	0.07	0.01		
Total	11	1.40			

Quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Análisis de variancia para larvas de la totalidad de estadío previa a la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	0.91	0.30	4.17	0.0472
Error	8	0.58	0.07		
Total	11	1.49			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	6.59	2.20	188.26	<0.0001
Error	8	0.09	0.01		
Total	11	6.68			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	4.78	1.59	191.30	<0.0001
Error	8	0.07	0.01		
Total	11	4.85			

Análisis de variancia para el control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	3.06	1.02	101.89	<0.0001
Error	8	0.03	0.01		
Total	11	3.14			

Análisis de variancia para índice de grados de daño de la planta de maíz (*Zea mays* L.)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	13.31	4.44	1098.02	<0.0001
Error	8	0.03	0.004		
Total	11	13.35			

Análisis de variancia para número de cogollos infestados en maíz (*Zea mays* L.)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	5.023	1.674	6278.364	<0.0001
Error	8	0.002	0.0003		
Total	11	5.025			

Análisis de variancia para el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	12.51	4.17	35.99	<0.0001
Error	8	0.93	0.12		
Total	11	13.44			

Análisis de variancia para la altura de maíz (*Zea mays* L.).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-valor
Tratamiento	3	1921.35	640.45	1005.67	<0.0001
Error	8	5.09	0.64		
Total	11	1926.45			

Anexo 3 Promedios de los parámetros

Promedio de larvas de la totalidad de estadio previa a la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	10.30	9.50	10.30	11.70
II	10.70	9.70	10.70	11.50
III	11.60	9.90	10.90	11.40
suma	32.60	29.10	31.90	34.60
promedio	10.87	9.70	10.63	11.53

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadio a 24h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	3.10	3.00	3.70	0.70
II	3.10	3.20	3.60	0.80
III	3.40	3.10	3.70	0.80
suma	9.60	9.30	11.00	2.30
promedio	3.20	3.10	3.67	0.77

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadio a 48h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	2.90	2.60	3.00	0.40
II	2.90	2.60	3.00	0.60
III	3.10	2.70	3.20	0.60
suma	8.90	7.90	9.20	1.60
promedio	2.97	2.63	3.07	0.53

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la primera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.80	2.20	1.80	0.30
II	2.00	2.30	2.00	0.50
III	2.40	2.20	2.10	0.60
suma	6.20	6.70	5.90	1.40
promedio	2.07	2.23	1.97	0.47

Segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Promedio de larvas de la totalidad de estadío previa a la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	12.60	13.00	7.70	9.10
II	12.40	12.20	7.30	8.60
III	12.20	12.60	7.00	8.90
suma	37.20	37.80	22.00	26.60
promedio	12.40	12.60	7.33	8.87

Promedio de Control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	4.00	4.60	2.70	0.40
II	3.90	4.20	2.90	0.30
III	3.80	4.30	2.90	0.20
suma	11.70	13.10	8.50	0.90
promedio	3.90	4.37	2.83	0.30

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadio a 48h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	4.00	3.30	2.30	0.20
II	3.90	3.20	2.50	0.40
III	3.80	3.30	2.30	0.50
suma	11.70	9.80	7.10	1.10
promedio	3.90	3.27	2.37	0.37

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadio a 72h. de la segunda aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	2.40	3.10	1.40	0.10
II	2.40	2.80	1.50	0.20
III	2.40	3.10	1.40	0.30
suma	7.20	9.00	4.30	0.60
promedio	2.4	3.00	1.43	0.20

Tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Promedio de larvas de la totalidad de estadio previa a la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	6.50	7.00	6.20	7.00
II	7.00	7.40	6.50	7.00
III	6.70	7.50	6.90	7.00
suma	20.20	21.90	19.60	21.00
promedio	6.73	7.30	6.53	7.00

Promedio de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	2.70	2.50	2.20	0.30
II	2.80	2.70	2.30	0.40
III	2.80	2.50	2.40	0.30
suma	8.30	7.70	6.90	1.00
promedio	2.77	2.57	2.30	0.33

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.90	2.10	1.90	0.40
II	2.20	2.20	2.00	0.50
III	2.00	2.30	2.10	0.20
suma	6.10	6.60	6.00	1.10
promedio	2.03	2.20	2.00	0.37

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la tercera aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	0.60	0.90	1.00	0.30
II	0.70	1.10	1.10	0.30
III	0.60	1.00	1.30	0.20
suma	1.90	3.00	3.40	0.80
promedio	0.63	1.00	1.13	0.27

Cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Promedio de larvas de la totalidad de estadío previa a la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	5.90	6.20	5.30	5.90
II	5.60	6.50	5.60	5.90
III	6.10	6.80	5.50	5.90
suma	17.60	19.50	16.40	17.70
promedio	5.87	6.50	5.47	5.90

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.90	1.90	1.70	0.20
II	2.00	2.10	1.80	0.20
III	2.10	2.10	1.80	0.30
suma	6.00	6.10	5.30	0.70
promedio	2.00	2.03	1.77	0.23

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.50	1.60	1.60	0.40
II	1.50	1.60	1.70	0.40
III	1.60	1.80	1.60	0.30
suma	4.60	5.00	4.90	1.10
promedio	1.53	1.67	1.63	0.37

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la cuarta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	0.90	1.00	1.10	0.20
II	1.00	1.10	1.20	0.40
III	1.10	1.20	1.20	0.40
suma	3.00	3.30	3.50	1.00
promedio	1.00	1.10	1.17	0.33

Quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Promedio de larvas de la totalidad de estadío previa a la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	6.50	5.70	6.40	6.60
II	6.80	6.10	6.70	6.60
III	6.90	6.40	7.10	6.60
suma	20.20	18.20	20.20	19.80
promedio	6.73	6.07	6.73	6.60

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 24h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.90	1.80	2.00	0.40
II	2.00	1.90	2.10	0.20
III	2.00	2.00	2.30	0.30
suma	5.90	5.70	6.40	0.90
promedio	1.97	1.90	2.13	0.30

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 48h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Repetición	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
I	1.50	1.40	1.90	0.30
II	1.60	1.50	2.00	0.40
III	1.60	1.60	2.10	0.20
suma	4.70	4.50	6.00	0.90
promedio	1.56667	1.5	2	0.3

Promedio de control de larvas de la totalidad de estadío a 72h. de la quinta aplicación de *Hura crepitans* L.

Repetición	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
I	1.50	1.30	1.60	0.40
II	1.60	1.40	1.70	0.50
III	1.60	1.50	1.90	0.40
suma	4.70	4.20	5.20	1.30
promedio	1.57	1.40	1.73	0.43

Promedio de índice de grados de daño de la planta de maíz (*Zea mays* L.)

Repetición	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
I	3.55	2.71	1.61	4.57
II	3.59	2.82	1.74	4.59
III	3.58	2.87	1.79	4.61
suma	10.73	8.40	5.14	13.77
promedio	3.58	2.80	1.71	4.59

Promedio de número de cogollos infestados en maíz (*Zea mays* L.)

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	1.53	0.92	0.30	2.00
II	1.56	0.90	0.31	2.02
III	1.55	0.91	0.32	2.05
suma	4.65	2.73	0.93	6.07
promedio	1.55	0.91	0.31	2.02

Promedio de masa de la producción de maíz (*Zea mays* L.)

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	8.41	9.53	10.53	7.0
II	8.73	9.27	10.45	8.23
III	8.81	9.53	10.29	7.71
suma	25.95	28.33	31.27	22.94
promedio	8.65	9.44	10.42	7.65

Promedios de altura de maíz (*Zea mays* L.).

Tratamientos				
Repetición	T1	T2	T3	T4
I	172.98	179.81	199.33	166.91
II	170.48	180.21	200.68	167.00
III	171.28	181.10	200.11	167.20
suma	514.73	541.13	600.11	501.11
promedio	171.58	180.38	200.04	167.04

Anexo 4 Tomas fotográficas



Foto 1: Campo experimental



Foto 2: Daños por *Spodoptera frugiperda* J.E Smith

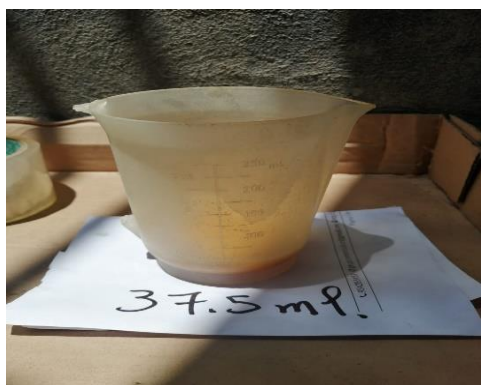


Foto 3: Extracto de *Hura crepitans* L.



Foto 4: Tratamiento T1 de *H. crepitans* L.



Foto 05: Tratamiento T2 de *H. crepitans* L.



Foto 6: Tratamiento T3 de *H. crepitans* L.



Foto 07: Campo experimental



Foto 08: Campo experimental

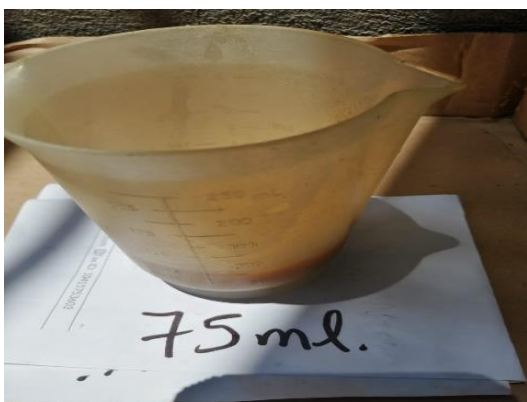


Foto 09: Dosificación (tratamiento T2)



Foto 10: alrededores del campo



Foto 11: Dosificación (tratamiento T3)



Foto 12: Plantación