



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS**

**TEMA:**

---

**PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PESTICIDA ORGÁNICO A BASE DE TRES ESPECIES DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ALIMENTOS**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos

**Autor (a)**

Michael Steven Basantes Hernández

**Tutor (a)**

Phd. Salazar Cotugno Laura Ines

QUITO -ECUADOR

2022

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Michael Steven Basantes Hernández declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Propuesta de elaboración de un pesticida orgánico a base de tres especies de plantas como alternativa para evitar la contaminación de ecosistemas y alimentos”, como requisito para optar al grado de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 22 días del mes de marzo de 2022, firmo conforme:

Autor: Michael Steven Basantes Hernández

Firma: 

Número de Cédula: 1752621738

Dirección: Pichincha, Quito, Cotacollao o El Condado, Santa Maria.

Correo Electrónico: michael-basantes21@outlook.com

Teléfono: 0990297966

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Propuesta de elaboración de un pesticida orgánico a base de tres especies de plantas como alternativa para evitar la contaminación de ecosistemas y alimentos” presentado por Michael Steven Basantes Hernández, para optar por el Título Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, de 07 del 2022

.....

Phd. Salazar Cotugno Laura Ines

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito,07 de marzo del 2022



.....  
Michael Steven Basantes Hernández

1752621738

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PESTICIDA ORGÁNICO A BASE DE TRES ESPECIES DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ALIMENTOS**, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Biodiversidad y Recursos Genéticos, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 22 de marzo de 2022

.....

**M. Sc. Zayda Jacqueline Lozano Haro**

**Lecor 1**

.....

**Dra. Nora Helena Oleas Gallo**

**Lector 2**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo primero, a mis padres, los cuales con su esfuerzo y dedicación me han ayudado a conseguir este objetivo, además del apoyo moral que me han dado a lo largo de los años y celebrar mis logros conmigo. De la misma manera agradezco a mi familia de mi padre, por prestarme los elementos necesarios para lograr realizar este trabajo, a mi abuelo por ayudarme en los procesos manuales del estudio, a mis primos por las ideas e información del estado de las especie en el terreno en el momento en que no estuve en el lugar y nuevamente a mis padres por acompañarme los días en los que tenía que realizar la recolección de datos y en la recolección de los mismos, al igual que la obtención de las especies para realizar el pesticida, sin mencionar la ayuda económica.

A las personas que estimo y que no se encuentran en este momento conmigo, este trabajo está dedicado a ellos, por los cuales también me esforcé y los que quisieron verme muchas veces logrando alcanzar este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos están dedicados a mis padres, familia, profesores y tutora, los cuales me han ayudado con sus conocimientos en mi proceso de formación profesional y personal, gracias a los cuales pude lograr este objetivo.

En especial la preocupación de mis padres de cada día por mi avance y desarrollo de mi formación y mi trabajo final, incluido todo mi proceso formativo, desde mi niñez hasta el día de hoy. Agradezco por tener padres como los que tengo, los cuales con sus palabras me han motivado, apoyado y fortalecido, a lo largo de los años que recuerdo con mucha felicidad.

Agradezco de igual forma a mis abuelos, por parte de mi padre y mi madre, los cuales sé que me estuvieron dando su apoyo para terminar mi carrera.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>CAPITULO 1</b>	
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO GENERAL .....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
2. METODOLOGÍA .....	10
3. EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS DE LAS TRES ESPECIES DE INTERÉS .....	11
4. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES PARA LA ELABORACIÓN DEL PESTICIDA	12



5. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA ANALIZAR LA EFICACIA DEL PESTICIDA ORGÁNICO.....	17
6. CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	25
7. PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	26
8. ANÁLISIS DE DATOS .....	28
10. CONCLUSIONES.....	36
11. RECOMENDACIONES .....	38
LITERATURA CITADA:.....	39
ANEXOS:.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 (Clasificación de los pesticidas por generación) .....	2
Tabla No. 2 (Químicos y su concentración en los ríos chico, portoviejo y el ceibal) .....	5
Tabla No. 3 (Categorías en las que se dividen los biopesticidas).....	7
Tabla No. 4 (Cronograma del proyecto).....	25
Tabla No. 5 (Presupuesto preliminar del proyecto de investigación) .....	26

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 (Superficie de uso del suelo en el Ecuador, durante 2017 a 2019).....	8
---	---

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1 (Manzanilla dulce ( <i>Matricaria recutita</i> L.)).....	13
Imagen No. 2 (Ortiga menor ( <i>Urtica urens</i> L.) .....	14
Imagen No. 3 (Helecho Serrucho ( <i>Nephrolepis cordifolia</i> L.) .....	15
Imagen No. 4 (Lechuga iceberg ( <i>Lactuca sativa</i> L.)).....	19
Imagen No. 5 (Papa chola ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	19

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS**

**TEMA:** PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PESTICIDA ORGÁNICO A BASE DE TRES ESPECIES DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ALIMENTOS

**AUTOR:** Michael Steven Basantes Hernández

**TUTOR:** Phd. Salazar Cotugno Laura Ines

**RESUMEN**

En este trabajo se propone la elaboración artesanal de un pesticida orgánico a base del extracto de tres especies de plantas como una alternativa más amigable con el ambiente. Para esto se probó su eficacia en comparación con un pesticida comercial en una plantación experimental de papas y lechugas en la parroquia San Buenaventura de la provincia de Cotopaxi. La parcela experimental fue dividida en tres subparcelas: una subparcela de control, una subparcela de prueba del pesticida comercial y una subparcela de prueba del pesticida orgánico. Después de la siembra de las dos especies se realizaron varios monitoreos del crecimiento de cada planta y de la abundancia de insectos u otros invertebrados en cada individuo, para determinar la eficacia del uso del pesticida orgánico. Los resultados indican que, aunque el pesticida orgánico no es más eficiente que el comercial, sí es eficaz frente al subgrupo control donde no se aplicó ningún tipo de pesticida. Lo interesante es que se evidenció un mayor crecimiento del grupo de plantas en el que se aplicó el pesticida orgánico crecieron más. Se recomienda mejorar el diseño experimental de las parcelas y realizar una extracción en un laboratorio químico de los extractos de las tres especies con las que se elaboró el pesticida orgánico.

**Palabras clave:** Alomonas, extractos, fito ecdisona, pesticida, purín.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS**

**THEME:** PROPOSAL FOR THE DEVELOPMENT OF AN ORGANIC PESTICIDE BASED ON THREE PLANT SPECIES AS AN ALTERNATIVE TO AVOID CONTAMINATION OF ECOSYSTEMS AND FOOD

**AUTHOR:** Michael Steven Basantes Hernández

**TUTOR:** Phd. Salazar Cotugno Laura Ines

**ABSTRACT**

This paper proposes the artisanal elaboration of an organic pesticide based on the extract of three plant species, a more environmentally friendly alternative. For this, its effectiveness was tested compared to a commercial pesticide in an experimental plantation of dads and lettuce in the parish of San Buenaventura in the province of Cotopaxi. The experimental plot was divided into three subplots: a control subplot, a commercial pesticide test subplot and an organic pesticide test subplot. After the planting of the two species, several monitoring of the growth of each plant and the abundance of insects or other invertebrates in each individual were carried out to determine the effectiveness of the use of the organic pesticide. The results indicate that although the organic pesticide is not more efficient than the commercial one, it is effective against the control subgroup where no type of pesticide was applied. The interesting thing is that there was evidence of a greater growth of the group of plants in which the organic pesticide was applied grew more. It is recommended to improve the experimental design of the plots and to carry out an extraction in a chemical laboratory of the extracts of the three species with which the organic pesticide was made.

**KEYWORDS:** Allomones, extracts, fito ecdysone, pesticide, slurry.

## **Introducción**

Poder generar alimentos para millones de personas es un logro importante para la humanidad, aunque esto puede venir a un alto costo debido a las consecuencias que surgen por el aumento de monocultivos más intensivos. La agricultura intensiva tiene afectaciones en el ambiente, como son: contaminación del aire (emanación de gases invernadero, fuente de amonio), agua del subsuelo (eutrofización de sistemas acuáticos) (Gregor et al., 2008). A partir de los años 40 la implementación de pesticidas ha tenido un crecimiento exponencial, por lo que para el año 1995 habría llegado a 5 millones de toneladas a escala mundial (Torres, 2004). Debido a la necesidad de una producción rápida y barata, el uso de productos en el mercado que tienden a ser perjudiciales, tanto para sistemas naturales como para la salud de la población, son utilizados de manera común e intensiva en diferentes cultivos destinados al consumo humano (Montoro et al., 2009)

Por tanto, lo más complejo del cultivo de alimentos es el balance entre reducir pérdidas por plagas y reducir contaminación por pesticidas (tanto de alimentos como de ambiente). El proceso que tiene el cultivo y protección de alimentos para el consumo humano es complejo, por lo que el cuidado en su proceso de crecimiento es primordial, debido a la demanda actual de alimentos de origen agrícola que se tiene en diferentes partes del mundo (Gregor et al., 2008). Además, existen necesidades de los grandes, medianos y pequeños productores agropecuarios de tener la menor cantidad de pérdidas de sus cultivos (cereales, leguminosas, oleaginosas, hortalizas, frutales, ornamentales, raíces y tubérculos) para lograr conseguir una ganancia por el esfuerzo humano y económico que generalmente se hace.

Las plagas pueden ser cualquier organismo vivo que cause daño o pérdida, que transmita o que produzca algún tipo de enfermedad, por lo que un pesticida es cualquier

sustancia o mezcla de sustancias, la cual tiene como objetivo controlar, matar, repeler o atraer una plaga, regulador del crecimiento de plantas, defoliante o desecante (EPA, 2021), por lo que a los plaguicidas se los dividen entre: alguicidas, atrayentes, biocidas, desinfectantes o saneadores, fungicidas, fumigantes, herbicidas, insecticidas, acaricidas, microbiales, molusquicidas, nematocidas, ovicidas, repelentes y rodenticidas (DPR, sf).

De la misma forma e iste una clasificación de pesticidas de cada generación, clasificados en: 1a generación, 2a generación, 3a generación, 4a generación, 5a generación (Tabla 1).

**Tabla 1:** Clasificación de los pesticidas por generación. Esta tabla fue elaborada a partir de Isern (2002)

<b>Pesticidas de 1<sup>a</sup> generación</b>	<b>Pesticidas de 2<sup>a</sup> generación</b>	<b>Pesticidas de 3<sup>a</sup> generación</b>	<b>Pesticidas de 4<sup>a</sup> generación</b>	<b>Pesticidas de 5<sup>a</sup> generación</b>
Inorgánicos: (Arsénico, etc.) orgánicos vegetales: (Nicotina, Piretrinas naturales, Rotenona) orgánicos minerales: (Aceites minerales)	Orgánicos sintéticos: Clorados (HCH, DDT, Heptacoloro, etc.) Fosforados: (Malatión, Paratión, Monocrotofós, etc.) Carbamatos: (Carbaril, Carbofuram, etc.) Piretroides: (Deltametrina, Permetrina, Cipermetrina, etc.)	Microbianos Feromonas	Hormonas juveniles: (Diflubenzuron, Metroprene, etc.)	Antihormonas: Vegetal: (Precocenos) Microorganismos: (Avermectin)



El uso de pesticidas es una preocupación mundial, debido a que además de su función de matar a plagas que provoquen daños en especies agrícolas cultivadas, pueden provocar daños en especies que no necesariamente son el objetivo, incluidos insectos que pueden servir como recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores de plagas, provocando una pérdida de biodiversidad de diferentes zonas, por métodos agrícolas, que han provocado la pérdida de especies de invertebrados, mariposas, anfibios y aves que habitan en cultivos (Gregor et al., 2008).

Debido a que los restos de los plaguicidas usados se dispersan en el ambiente, se vuelven contaminantes para medios bióticos (animales, plantas, insectos) y abióticos (aire, suelo, agua), dando problemas a la estabilidad de estos medios y presenta de igual forma un problema para la seguridad pública. Factores ambientales, propiedades físicas, químicas del producto, tipo de suelo, condiciones hidrogeológicas y meteorológicas definen el nivel de afectación que pueda haber en los ecosistemas y sus elementos (Rodríguez et al., 2014).

Las condiciones de trabajo en el campo son muy fluctuantes, por lo que la aplicación de pesticidas de forma aérea, los convierte en uno de los principales causantes de la contaminación del aire, sumando otros productos que se colocan normalmente en un campo. Al sucumbir al clima, los elementos usados son transportados por el viento a zonas distantes que en el transcurso de ese transporte contaminan la atmósfera, para después llegar al suelo (Castillo et al., 2020).

Algunos principios activos de los pesticidas pueden permanecer por cortos periodos de tiempo en la atmósfera, mientras que otros pueden permanecer por más tiempo, dependiendo directamente de las condiciones ambientales a las que se vea expuesto, un claro ejemplo son los compuestos organoclorados y organofosforados, ya que, por dichas características son considerados como contaminantes del suelo

universales e incluso de alimentos (Carreón, 2019;Herrera, 2011). Los químicos que contienen los productos agrícolas sintéticos (pesticidas) tienen la característica de mantenerse presentes a largo plazo en el suelo después de ser aplicados de cualquier forma (aéreo o terrestre), por lo que afectaría en un futuro a este recurso y comprometería a la agricultura por su deterioro (Darío, 2021).

Los compuestos organoclorados y organofosforados tienden a volatilizarse desde el suelo, dependiendo en su mayoría de la de la presión de vapor, solubilidad del producto usado, y el ambiente (Rodríguez et al., 2014).

Las poblaciones biológicas que se encuentran en el suelo, como bacterias, hongos, algas, lombrices de tierra e insectos, se ven afectadas por los compuestos químicos de pesticidas comerciales. A pesar de que los pesticidas son colocados en las plantas, es común que lleguen al sustrato suelo, poniendo en peligro a la microflora que se encuentra allí, la cual cumplen un papel fundamental en los procesos de fertilidad del suelo y su mantenimiento.

Al igual que el suelo, el agua es uno de los bienes naturales más importantes para las personas, pero el afán por el poder, desarrollo económico y geopolítico, provoca que la correcta gestión del recurso del agua sea muy complicada. En el mundo no existe una mayor cantidad de agua que hace varios años atrás, a pesar de que el 70% del planeta es agua, solamente el 3% es agua dulce, de lo cual el 1% es agua superficial de fácil acceso, y el otro 2% se encuentra en casquetes de hielo y glaciares (Agudelo, 2005).

Estudios de agua de algunos ríos del Ecuador muestran varios residuos de compuestos químicos encontrados normalmente en pesticidas (Tabla 2) y que, como característica más relevante, es que se bioacumulan en organismos, lo que provoca un daño mayor y a largo plazo (Moreira et al., 2016).

**Tabla 2:** Químicos y su concentración en los ríos chico, portoviejo y el ceibal. Esta tabla fue elaborada a partir de Moreira et al (2016).

<b>Río</b>	<b>Químico</b>	<b>Concentración (ppb)</b>
Rio Chico	Pirimicarb	0,36
	Thiacloprid	0,72
	Tiameto am	0,32
Rio Portoviejo	Carbendazim	0,49
	Dimetomorf	0,74
	Pirimicard	0,36
	Tiameto am	0,17
Rio El Ceibal	Carbendazim	0,89
	Dimetomorf	0,38
	Oxamil	0,39
	Pimetrocine	0,31
	Propamocarb	0,30
	Thiacloprid	0,58
	Tiameto am	0,48

En conjunto con medios abióticos, investigaciones sugieren que un uso intensivo de plaguicidas conduce a la disminución de insectos y otros invertebrados, una de las especies más importantes para el planeta, las abejas, se ven afectadas directamente por el uso intensivo de pesticidas (glifosato), ya que existe una relación directa con su mortalidad (Varela, 2020). A principios de 1950 fue reportado que varias especies silvestres muertas eran comunes en campos rociados por DDT u otros tipos de insecticidas, y fue considerada y aceptada la hipótesis de intoxicación secundaria, a través del consumo de insectos afectados por insecticidas y de semillas tratadas con insecticidas organoclorados (Werf, 1996). Los casos de muerte de mamíferos a causa de pesticidas está relacionada al consumo de fuentes de alimento contaminadas, además de que los

mamíferos depredadores tienden a acumular más residuos que los herbívoros (Werf, 1996). Debido a los principales programas para el control de plagas, se ha mostrado una mortalidad generalizada de mamíferos silvestres, especialmente cuando se usan plaguicidas organoclorados (Madhun y Freed, 1990).

De igual forma, la especie humana es la consumidora directa de alimentos tratados y/o protegidos con diferentes plaguicidas químicos, de los cuales se ha comprobado en estudios anteriores, la relación de toxicidad del desarrollo en humanos con la exposición a plaguicidas y riesgo de mortalidad, también se han podido evidenciar problemas relacionados a defectos del desarrollo en niños, para personas adultas, se relaciona la disminución de la fertilidad a e posición a plaguicidas químicos (Cavieres, 2004).

Por otro lado, también existen biopesticidas que son productos que se extraen de un ser vivo y que dicho proceso no altera su composición química, estos productos pueden estar conformados por una parte de la sustancia extraída o toda o en algunos casos tienen como principio activo a microorganismos (Marin, 2002).

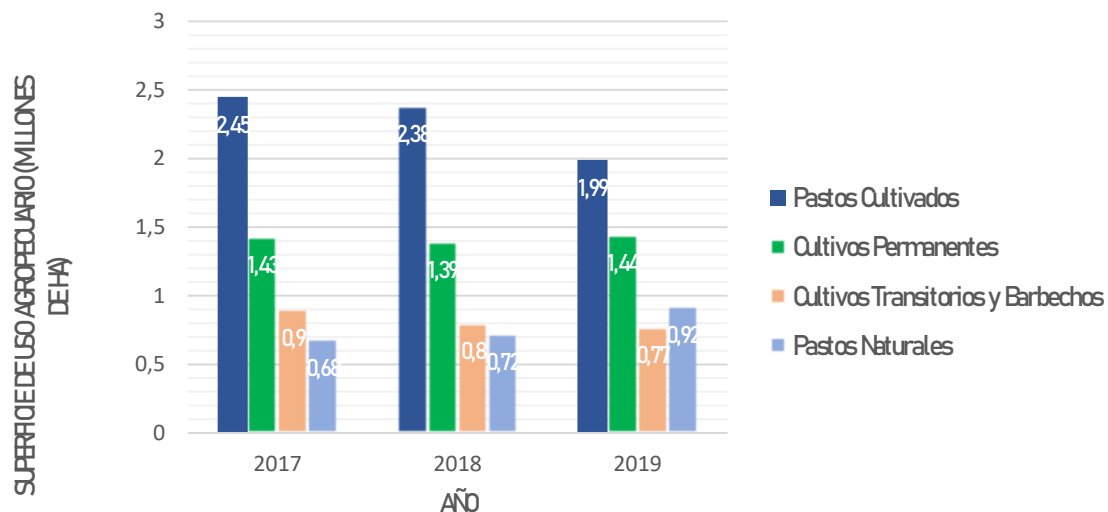
Las principales ventajas y por lo que actualmente se están utilizando biopesticidas frente a plaguicidas químicos, son la especificidad ante plagas, la inocuidad frente a animales (también humanos), el control de varios organismos, la ausencia de efectos dañinos para el medio ambiente y que por el tratamientos con plaguicidas químicos (glifosato), que provocan resistencia por parte de las plagas, se vea solucionada la resistencia que presentan algunas especies de insectos invasores (Serna, 2017;Varela, 2020). Podemos dividir a los biopesticidas en: bioquímicos, semioquímicos, microorganismos, macroorganismos (Tabla 3) (Serna, 2017).

**Tabla 3:** Categorías en las que se dividen los biopesticidas. Esta tabla fue elaborada a partir de (Serna, 2017)

<b>Bioquímicos</b>	<b>Semioquímicos</b>	<b>Microorganismos</b>	<b>Macroorganismos</b>
Sustancias químicas: Extractos de plantas y otros compuestos químicos de origen natural.	Sustancias químicas: Producidas por plantas y animales que modifican el comportamiento de los individuos (insectos), pero sin causar su muerte.	Incluye bacterias, algas, protozoos, hongos y virus patógenos contra determinadas plagas.	Incluye insectos, ácaros y nematodos que son enemigos o competidores naturales de una plaga.

No solamente la biodiversidad se ve afectada, ya que, a largo plazo, el modo de cultivos moderno no podrá sostenerse a largo plazo, por la degradación de suelo, salinización y disponibilidad de agua (Gregor et al., 2008).

Solamente en Ecuador, la tierra a cargo de los productores es 5,11 millones de hectáreas, las cuales se hallan destinadas al uso agropecuario, de carácter permanentes, transitorio, pasto cultivado y natural (figura. 1). Las tierras sin un uso agropecuario son de 7,19 millones de hectáreas, y están conformadas por: montes, bosques, páramos, descanso y otros usos no agropecuarios (ESPAC, 2020).



**Grafica 1:** Superficie de uso del suelo en el Ecuador, durante 2017 a 2019 (tomado de ESPAC, 2020).

La especie humana es la consumidora directa de alimentos tratados y/o protegidos con diferentes pesticidas químicos, de los cuales se ha comprobado en estudios anteriores, la relación de toxicidad del desarrollo en humanos con la exposición a pesticidas y riesgo de mortalidad, también se han podido evidenciar problemas relacionados a defectos del desarrollo en niños, para personas adultas y se le relaciona la disminución de la fertilidad a exposición a pesticidas químicos (Cavieres, 2004).

A pesar de que existen estudios relacionados a los riesgos de plaguicidas en la salud humana, la gran mayoría se enfoca en la exposición directa, mas no en la intoxicación por residuos en alimentos. Las exposiciones en menor cantidad y/o intoxicaciones crónicas se asocian a trastornos de memoria, enfermedades cutáneas, problemas respiratorios, cáncer y enfermedades neurológicas, como es el caso del Parkinson (Tellechea et al., 2007).

Al tener diferentes tipos de plagas, se han creado plaguicidas para los mismos, muchos de los cuales funcionan distinto y se enfocan en plagas precisas, pero de igual

forma son peligrosos para el ser humano (Tellechea et al., 2007). De los pesticidas comúnmente usados tenemos los organofosforados, carbamatos, organoclorados y los piretroides. Por ejemplo, los problemas de salud que provocan los plaguicidas organofosforados y carbamatos es la afectación directa a las terminales nerviosas a nivel enzimáticos (Wesi et al., 2004), los organoclorados causan problemas en el sistema endocrino, ser potencialmente mutagenicos y carcinogénicos, afectar el sistema nervioso y acumarse en el tejido graso (Longnecker et al ., 1997; Kester, 2001), los piretroides, estan en la lista de pesticidas que probocan alteraciones en el sistema nervioso, ademas del sistema inmunologico e incluso alteraciones en la piel: reacciones alergicas y dermatitis (Soderlund et al., 2002; Ferrer, 2003).

El proceso que tiene el cultivo y protección de alimentos para el consumo humano es complejo, por lo que el cuidado en su proceso de crecimiento es primordial, debido a la demanda actual de alimentos de origen agrícola que se tiene en diferentes partes del mundo (Gregor et al., 2008).

Como se ha venido demostrando, la creación de métodos para un cuidado de cultivos más seguro para la población, los medios bióticos, abióticos y biodiversidad, es lo principal, por lo que los biopesticidas son parte de la solución, ya que el continuo uso de químicos en cultivos, provoca efectos perjudiciales a largo plazo para el planeta, incluido el hecho de que se está poniendo en peligro el bienestar de la población, por la exposición y/o consumo de residuos de los químicos que tienen los pesticidas.

### **Objetivo general**

Proponer la elaboración de un pesticida orgánico a base de tres especies de plantas helecho (*Nephrolepis cordifolia*), ortiga menor (*Urtica urens*) y manzanilla (*Matricaria*

*recutita*) como alternativa para evitar la alteración de ecosistemas y proteger la seguridad alimentaria de la contaminación por el uso de pesticidas químicos.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar los principios activos de las tres especies de interés helecho (*Nephrolepis cordifolia*), ortiga (*Urtica*) y manzanilla (*Chamaemelum nobile*)
2. Elaborar el pesticida orgánico.
3. Analizar la eficacia del pesticida orgánico mediante un ensayo en el campo.

### **1. Metodología**

#### **1.1. Área de estudio**

El área de estudio donde se realizó el proceso de siembra y prueba del biopesticida está ubicado en la parroquia de San Buenaventura, perteneciente al cantón Latacunga, de la provincia de Cotopaxi (Longitud: -78. 61132, Latitud: -0.8959823). El sitio es parte de terrenos de siembra de verduras y hortalizas que se encuentra a 2.809 msnm, de los muchos que se encuentran en el lugar, ya que la parroquia es conocida por actividades de agricultura.

La temperatura de la provincia de Cotopaxi es fluctuante en función a la altitud, debido a que se encuentran atravesada por la cordillera de los Andes, registrando rangos de temperatura desde los 10 °C hasta los 14°C correspondientes al valle interandino de los cantones Latacunga, en donde se encuentra el terreno en donde se realizó el experimento. La ciudad de Latacunga presenta temperaturas que oscilan entre 14°C y 16°C (PDOTC, 2015; Sandoval, 2017).

Existen diferentes pisos climáticos, como el seco, el cual se encuentra presente en el valle interandino que cubre localidades como Pujilí, Salcedo y la localidad en la cual



se realizó el trabajo de investigación que es Latacunga (PDOTC, 2015). Pese a ser un lugar técnicamente seco, este tiene la ventaja de que los afluentes del río Cutuchi, originados en el glaciar del volcán Cotopaxi, pasan por la zona, logrando que los diferentes cultivos puedan sobrevivir.

La mayor parte de la zona contiene suelos con una textura arenosa, francas, franco arenoso, en algunos casos puede ser gravillosas. Además, contienen un nivel bajo de materia orgánica, lo que otorga un bajo nivel de permeabilidad y fertilidad, por lo que el uso de abono orgánico y/o químico es frecuente en gran parte de los cultivos para superar estos retos (Tipanluisa, 2017; PDOTC, 2015).

## 2. Evaluación de los principios activos de las tres especies de interés

### Ortiga menor (*Urtica urens* L.)

La ortiga menor o *Urtica urens* es una hierba con forraje persistente cuya característica más notable son los pelos urticantes, aunque se sabe que existen varias especies de *Urtica* L., creciendo en la región andina ecuatoriana (nativas e introducidas), pero no hay información precisa de aspectos relativos de disponibilidad de material vegetal y conocimiento local (Balslev et al. 2008 & Tamaquiza, 2016).

**Hábitat:** Se adapta a diferentes entornos, además de que infesta una amplia gama de cultivos hortícolas, cerca de veras de los ríos, lugares húmedos, suelos ricos en



Imagen de: Tafel 40, Kleine Brennesel,

nitrógeno (Marrassini et al. 2010; Ahmed y Parsuraman 2014).

**Altitud:**

**Altura de la planta:** 60 cm

**Hojas:** Ovaladas, opuestas, dentales, pelos urticales (Barja y Rojas, 2021).

**Flores:** Unisexuales, verde amarillosas o verde, reunidas en panículas pendulares (Barja y Rojas, 2021).

**Frutos:** Aquenio liso, rodeado por el perianto de color pardo o negro (Barja y Rojas, 2021).

**Origen:** Introducida

**Distribución:** Norte de Europa y Asia

Para evaluar los principios activos de las tres especies de interés se realizaron búsquedas bibliográficas en diferentes tipos de páginas web, se usó Google Scholar, Google, Connected papers (herramienta web para visualizar artículos relacionados entre sí mediante un grafo), artículos científicos, libros digitales y enciclopedias. Se trabajó en la base de datos de Google académico y otros, utilizando palabras claves como: Fitoecdisonas, ecdisona, sílice, fitoalexinas, alomonas, taninos.

### **3. Descripción de especies para la elaboración del pesticida**

Antes de explicar el proceso para la elaboración del pesticida orgánico, se hará una descripción general de las especies utilizadas.

Varias de las especies mencionadas a continuación fueron elegidas mediante una guía para el cuidado de cultivos de forma orgánica, la cual explicaba el modo de uso de las especies, su función y sus principios activos. Mediante la investigación de lo mencionado en la guía se confirmó la información usando medios digitales (Google, Google Scholar) y se eligió a las especies comunes y fáciles de obtener.

Tanto la manzanilla (*Matricaria recutita* L.), Ortiga menor (*Urtica urens* L.) y el Helecho Serrucho (*Nephrolepis cordifolia* L.) fueron seleccionadas por ser de las especies comúnmente mencionadas para el cuidado y protección de plantas ornamentales o para el consumo. Varias cuentan con compuestos activos que han sido usados o se encuentran en proceso de usarse en otros productos enfocados en el cuidado y protección de cultivos.

Uno de los principios activos relevantes es la fitoecdisona, la cual se encuentra en plantas relativamente primitivas como los helechos (Harborne, 1982), cuyo objetivo principal es evitar el desarrollo de las especies que afectan a la planta, sirviendo como inhibidor del desarrollo de la cutícula de insectos invasores, ayudando a que las especies que lleguen a los cultivos no se vean afectadas a lo largo del tiempo (Viñuela, 1991).

Plantas como la menta, orégano, hierva buena, ruda, y la manzanilla, emiten compuestos orgánicos volátiles, además contienen terpenoides, como lo son los metabolitos secundarios y las alomonas, sustancias que se encuentra en los mismos (Martínez, 2013; Cantúa et al., 2019), son beneficiosas para los procesos de cuidado de las plantas, ya que sus beneficios son muy relevantes para el cuidado de especies ornamentales y de consumo, tienen beneficios como: repelente de insectos, cambia el comportamiento alimenticio de especies depredadoras de plantas, atrae insectos depredadores de insectos que afectan a cultivos y plantas ornamentales (Garcés, 2021).

Específicamente la ortiga, cuenta con diferentes componentes que la vuelven un elemento importante para el cuidado de otras especies de plantas, ya que tiene diversas sales minerales, como: silicio, magnesio, calcio, fósforo y hierro, provocando que sea depurativa y diuréticas, además de contar con taninos, ácido fórmico, vitamina A, C y K (Ordoñez, 2014).

Los efectos que posee la ortiga como fungicida e insecticida, sumado a sus propiedades correctoras, reconstituyentes, remineralizantes y elicitoras, vuelven al purín de ortiga un elemento indispensable para mantener la integridad de un cultivo (Ordoñez, 2014).

### **Manzanilla dulce (*Matricaria recutita* L.)**

La manzanilla dulce o *Matricaria recutita* L., es una planta presente en varios países, a pesar de ser originaria de Eurasia (Blanco, s.f.), además de ser una de las plantas medicinales más usadas y conocidas

**Hábitat:** Crece en regiones templadas o más o menos húmedos, preferentemente se desarrolla en mayor cantidad en suelos franco-arenosos de fertilidad media, a pesar de esto puede adaptarse a una gran variedad de tipos de suelo (Blanco, s.f.).

**Altitud:** 2250 a los 2800 msnm

**Altura de la planta:** 50 cm (Ríos et al., 2008).

**Hojas:** Alternas, finalmente divididas (Gardiner, 1999).

**Flores:** Cabeza de 2,54 cm, disco cónico ancho, con flores color blanco y amarillo (Gardiner, 1999).

**Frutos:** Indehiscente que encierra una sola semilla (aquenio o cipsela), forma elipsoidal color pardo (Cossio, 2015).

**Origen:** Introducida, nativa de Europa y Asia occidental (Ríos et al., 2008).

**Distribución:** Distribución mundial (Ríos et al., 2008).



Imagen de: Flora Rioplatense (Hurrel, 2013)

**Helecho Serrucho (*Nephrolepis cordifolia* L.)**

El helecho serrucho (*Nephrolepis cordifolia* L.) pertenece al grupo de las Pteriofitas, parte de sus características más notables, es su falta de flor, frutos y semillas, se consideran como las únicas plantas vasculares que no cuentan con semillas. Cuentan con dos estados Gametofito y Esporofito (Arana y Bianco, 2011).

**Hábitat:** Lugares húmedos, bosques, cerca de los ríos, regiones montañosas y serranía, fuertemente presente en ambientes tropicales, Toleran la escasez de luz, necesitan un alto grado de humedad (Arana y Bianco, 2011).

**Altitud:**

**Altura de la planta:** 25 a 90 cm



Imagen de: Museo Field De Historia Natural - CC BY-NC 4.0

**Hojas:** Finamente divididas, suaves por su grosor, escamadas (Montes y Hernández, 2015).

**Flores:** Ninguno

**Frutos:** Ninguno

**Origen:** Introducida

**Distribución:** Originario del Japón, de Nueva Zelanda y de Oceanía

### **3.1. Proceso para la elaboración del pesticida orgánico**

Este proceso fue elaborado de manera artesanal y se utilizaron los siguientes materiales:

1. Tijera
2. Alcohol
3. Funda plástica
4. Agua potable
5. Olla grande
6. Hornilla
7. Colador
8. Algodón
9. Contenedor plástico tipo spray

Las plantas utilizadas fueron en su mayoría conseguidas cerca del lugar en donde se realizó el experimento, pero en el caso del helecho, se obtuvo mediante la recolección de especímenes en diferentes lugares de Quito, ya que es una planta ornamental. Se colectaron aproximadamente cuatro especímenes de ortiga, tres de manzanilla y cinco del helecho

Previo a la preparación del producto con las especies, primero se limpió con agua potable a las plantas colectadas, para eliminar cualquier tipo de impurezas (tierra, semillas, hojas) y luego se retiró las raíces de las tres plantas ya que esta estructura no se utiliza para la elaboración del pesticida orgánico.

Una vez listas las plantas, se llenó de agua una olla (a una altura de 23 cm) de aproximadamente 35 cm de alto 45 cm de ancho. Luego se hirvió el agua, y una vez que se encontraba en estado de ebullición, se colocó progresivamente los especímenes en la olla de la siguiente manera; primero se colocó el helecho, luego la ortiga y al final la manzanilla, para luego dejar hervir por 20 minutos.

Pasado este tiempo, se dejaron reposar a las plantas en el agua por tres horas, para que el agua pueda enfriarse normalmente y que los compuestos comiencen a activarse. Además, en el transcurso de este tiempo, se movió el agua tres veces por cada hora. Al finalizar las dos horas, se tomó toda la sustancia y se separó del material residual que contenía la olla mediante el uso de un colador de plástico, para poder tener solamente la sustancia y que no afecte en el uso del dispensador.

La sustancia resultante de todos los procesos, es la usada como pesticida orgánico ya que estaba lista para el proceso de fumigación.

#### **4. Diseño experimental para analizar la eficacia del pesticida orgánico**

Para analizar la eficacia del pesticida orgánico elaborado artesanalmente, se comparó su funcionamiento con el de un pesticida comercial. Mediante la toma de diferentes datos y uso de métodos probados en estudios realizados en trabajos recientes y enfocados en la recolección de insectos en cultivos, lo que se realizó en este estudio.

##### **4.1. Descripción del pesticida comercial (químico).**

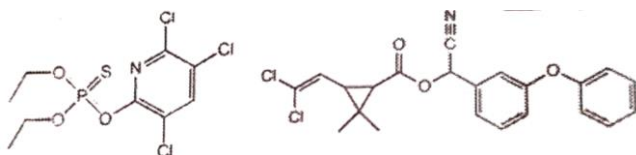
El pesticida comercial elegido es un producto de Ecuaquimica ecuatoriana de productos Químicos C.A (EQ), llamado “Bala 55”, el cual es presentado como un insecticida agrícola, a pesar de que en sus indicaciones cuenta con el sello de “dañino” cuenta con un registro nacional aprobando su uso (85-14/NA), aunque advierte en sus instrucciones de igual forma, informarse con un ingeniero agrónomo para el uso del producto.

El producto es soluble al agua o también llamado concentrado emulsionable (EC), el cual es uno de las formulaciones más comunes en productos destinados a la protección de cultivos en varias partes del mundo. En el momento de colocar el producto en el agua y este estar en el tanque de aplicación, las formulaciones de EC forman una emulsión espontánea. El presente producto está compuesto con elementos químicos como Chlorpyrifos, Cypermetrin, xylene y aditivos, cada uno con una concentración de 500 g/l, 50 g/L, 5 g/l y 1 l, respectivamente.

**Grupo químico:** Organofosforado/Piretroide

**Nombre químico:** O, O-diethyl\ O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl\ phosphorothioate\ (RS)-Cyano-3-phenoxybenzyl\ (1RS, 3RS; 1RS, 3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate.

**Formula estructural:**



**Formula empírica:** C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>Cl<sub>3</sub>NO<sub>3</sub>PS/C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>

**Peso molecular:** 350.89 / 416.3

**Propiedades fisicoquímicas**



El aspecto (olor, color) de los productos químicos usados para el cuidado de cultivos generalmente debe tener un color y olor fuerte o llamativo, que indique su peligrosidad tanto para el consumo, uso o por seguridad, por lo que el producto cuenta con las características que deben tener los insecticidas y/o pesticidas.

#### **4.2. Especies utilizadas para probar el pesticida orgánico**

Para este experimento se utilizaron la especie Lechuga iceberg (*Lactuca sativa* L.) y Papa chola (*Solanum tuberosum* L.), por ser una de las especies más cultivadas en el país, requiere usar pesticidas, en el área de estudio elegido existen varias zonas en las cuales se cultivan estas especies, además de que son de rápido crecimiento, lo que ayudo a probar de manera rápida el pesticida y sus ventajas en procesos de cuidado estas especies agrícolas, además de que usar pesticidas químicos es parte importante para estas plantas.

##### **Lechuga iceberg (*Lactuca sativa* L.)**

La lechuga iceberg es un tipo de lechuga que se caracteriza por formar un cogollo, y cabeza compacta, por lo que se le conoce comúnmente como lechuga criolla por su forma de repollo. La presente especie fue utilizada por varios años, por los romanos, egipcios y griegos (Pilamunga, 2014).

**Hábitat:** Es propia de regiones semi templadas, aunque tiende a adaptarse a diferentes condiciones climáticas.

**Altitud:** 2865 m.s.n.m

**Altura de la planta:** 16 cm

**Hojas:** Largas, anchas, nerviatura principal no llega al ápice sin que se ramifique (Quintero, 1977).

**Flores:** Estambres soldados, ovario bicarpelar con un solo ovulo (Quintero, 1977).



Imagen recuperada de: depositphotos,

**Frutos:** Aquenio de forma alargada y estrías longitudinales (Quintero, 1977).

**Origen:** Introducida, Euroasia y América del Norte (Pilamunga, 2014).

**Distribución:** N/D

### **Papa chola (*Solanum tuberosum* L.)**

La papa chola (*Solanum tuberosum* L.) es una especie suculenta, dicotiledónea, herbácea y anual debido a su parte aérea y perenne a causa de su reproducción por tubérculos (Harris, 1978; Leica, 2012).

**Hábitat:** La papa cuenta con una adaptación a diferentes pisos climáticos como el andino, sub andino e interandino, por lo que no existan problemas relacionados a su producción y crecimiento en diferentes lugares de los andes (Andrade et al., 2002).

**Altitud:** 2.400 a 3.800 m.s.n.m. (Andrade et al., 2002).

**Altura de la planta:** 0,6 a 1,50 m (Andrade et al., 2002).

**Hojas:** Hojas de color verde claro, anchas cortas, pinnado compuestas (Leica, 2012).

**Flores:** Flores con pétalos morados, cáliz, corola, columna de anteras, estigma, botón floral, pedicelo superior e inferior y pedúnculo floral (Egúsqüiza, 2000).

**Frutos:** Bayas verdes de coloración verde con matices purpuras en estado tierno y en estado maduras amarillo claro (Andrade, 1995).

**Origen:** Nativa, primeros registros en las partes altas del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito (Pumisacho, 2002).

**Distribución:** N/D



Imagen de: Amédée Masclef, Atlas

### **4.3. Establecimiento de la parcela experimental**

Primero se realizó un análisis preliminar del terreno, para evitar cualquier dificultad en el desarrollo del experimento. El análisis consistió en: i) examinar la presencia malezas en el terreno escogido para la prueba del pesticida orgánico, ii) evaluar si no existían cultivos para consumo animal (como la alfalfa) que puedan contribuir al apareamiento de plagas en la parcela de control del experimento, iii) examinar si existían fuentes de riego disponibles, iv) gestionar la autorización de los dueños de los cultivos para utilizar una parte del terreno para este experimento.

Como segundo paso, se determinó las dimensiones del espacio del terreno disponible para el experimento. Para la medición del largo del área, mediante una cinta métrica se midió desde el borde inferior izquierdo del terreno hacia la esquina inferior derecha del mismo, resultando en un total de 295 cm de largo. Mientras que, para el ancho, se midió desde el mismo punto inferior del terreno hasta la parte inferior derecha en los dos puntos, superior e inferior. Dando como resultado un espacio de 295 cm de largo por 180 cm de ancho.

Para establecer las parcelas experimentales se dejó libre 50 cm en el largo y ancho del área, para lograr tener movilidad en los procesos de siembra, regadío, limpieza y medición de las plantas. Por tanto, el área de la parcela experimental para la siembra fue de 245 cm de largo por 130 cm de ancho.

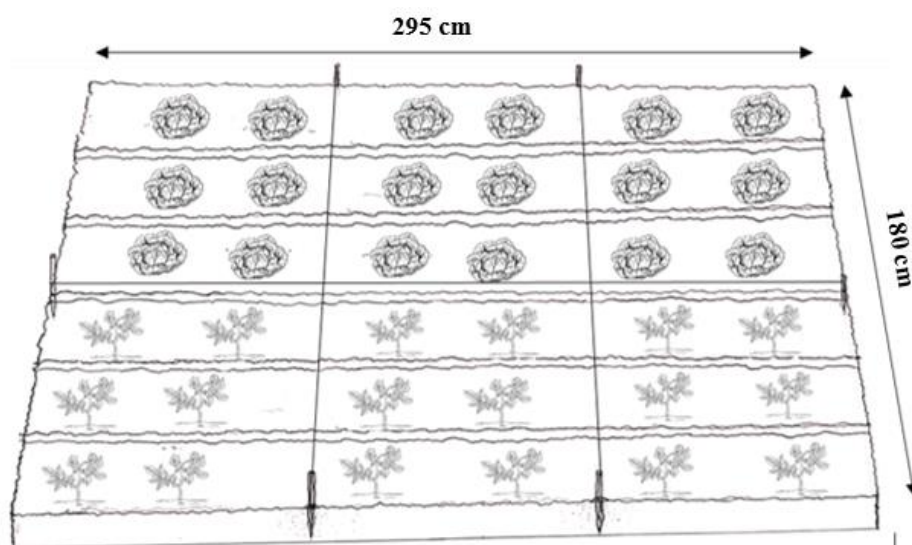
A esta parcela experimental se le subdividió en 6 subparcelas de 81.7 cm por 90 cm. La primera columna de subparcelas fue destinada como control, la segunda para aplicar el pesticida comercial y la tercera para la aplicación del pesticida orgánico. Por otro lado, en la primera fila de subparcela se sembró lechuga icenberg (*Lactuca sativa* L.)

y en la segunda fila se sembró papa chola (*Solanum tuberosum* L.) como podemos observar en el esquema 1 y la ilustración 1.

<b>Lechuga (6)</b> <b>Parcela control</b>	<b>Lechuga (6)</b> <b>Pesticida comercial</b>	<b>Lechuga (6)</b> <b>Pesticida orgánico</b>
<b>Papa (6)</b> <b>Parcela control</b>	<b>Papa (6)</b> <b>Pesticida comercial</b>	<b>Papa (6)</b> <b>Pesticida orgánico</b>

**Esquema 1:** Ubicación de plantas prueba, control y tipos de pesticidas usados para cada parcela.

**Ilustración 1:** Cantidad, ubicación y distribución de especies para la prueba del pesticida y dimensiones del terreno.



#### 4.4. Siembra de especies en las que se probará el pesticida orgánico

Se compró las plántulas de las especies en un invernadero, la lechuga se encontraba ya germinada, por lo que se compraron 20 individuos y para la papa se compró individuos en estado de enraizamiento.

Después haber establecido las parcelas experimentales y tener los individuos listos para el proceso de sembrado, se realizó un desmonte o limpieza del terreno, dejando el terreno con la menor cantidad de especies no deseadas (pasto, mala hierba), mediante la utilización de herramientas de trabajo para la tierra, como: palas, azadón.

Después de tener el terreno limpio, se dispersó un abono natural de gallina por toda el área experimenta, para garantizar el crecimiento adecuado de las plantas.

Para la siembra de la papa, se realizaron surcos en el área destinada a la siembra de la papa, mediante un proceso de arado manual, utilizando un azadón. Luego, se hicieron huecos entre los surcos con una distancia de un paso, en los cuales se colocó una papa en proceso de enraizamiento. Posteriormente, se taparon los huecos y luego se regó con abundante agua.

Para la siembra de la lechuga se hicieron agujeros de 5 cm de largo aproximado y una circunferencia de 7,5 cm de ancho para cada planta, utilizando como referencia el tamaño de las plántulas de lechuga de 4 cm de largo y una circunferencia de 7 cm. Luego se hicieron huecos manualmente con una distancia de un paso entre huecos, donde se colocaron las plántulas de lechuga. Posteriormente se acomodó a las plántulas, tapándolas parcialmente con la tierra y finalmente se regó con abundante agua.

Luego de la siembra de los individuos, se realizó monitoreos periódicos de las especies cada 14 días. Este proceso consistió en medir el tamaño de las plantas de lechuga. El monitoreo de la papa inició una vez que germinaron las plantas. Para las mediciones

de las plantas, se colocó el metro desde la base de la planta y se midió hasta la parte superior de la planta. (Observar ilustración 2)

En cada una de las subparcelas se colocaron seis tubérculos en proceso de enraizamiento, sumando un total de 18 especímenes de *Solanum tuberosum* L en toda la parcela, e igualmente con la especie *Lactuca sativa* L, de la cual se colocaron de la misma manera seis plántulas en cada subparcela para un total de 18 plántulas de la misma especie. (Observar ilustración 1)

**Ilustración N2:** Forma de medición de las especies cultivadas.



#### **4.5. Proceso de medición de crecimiento de las plantas y recolección e identificación de insectos en la parcela.**

Para el registro de la abundancia e identificación de especies, se utilizó el modelo de trampas adhesivas usado en el protocolo de Grisales (2020). Se adaptó el protocolo debido a cuestiones de tiempo y localización del lugar del experimento, entonces cada 14 días (los mismos días que se realizó la medición de las plantas cultivadas), se realizaron los siguientes pasos: 1) se preparó la trampa, 2) se seleccionó las plantas en las que se realizó el conteo, 3) se colocó y agitó las trampas en cada planta seleccionada, 4) después de 10 minutos se revisó las trampas y se contabilizó los insectos capturados. Para la identificación de los insectos, también se realizó un registro fotográfico.

La identificación de los insectos capturados se hizo mediante la plataforma virtual iNaturalist, red social enfocada en la identificación de animales, plantas e insectos, por científicos de todo el mundo y auspiciadas por entidades internacionales. Para el proceso se subieron las imágenes de los insectos, su descripción y la ubicación satelital del lugar en donde se lo encontró, después se esperó la identificación de los especialistas. Además del uso de la plataforma, se buscó la información de los insectos, por diferentes medios como lo son: libros, revistas, páginas web, Google Scholar, para lograr una identificación más rápida de las especies capturadas y poder compararlas con las identificaciones dadas por los especialistas de la plataforma.

## 5. Cronograma del proyecto de investigación

**Tabla N4:** Cronograma del proyecto

Actividades	MESES 2022											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Análisis de sitio para el proyecto.	x											
Compra de las especies para el cultivo.	x											
Limpieza de la parcela.	x											
Preparación de la parcela (surcos, agujeros, fertilización).	x											

Siembra de especies para el cultivo.	x											
Conteo de insectos.	x	x	x									
Medición del crecimiento de las plantas	x	x	x									
Recolección de especies cultivadas.				X	x							
Tabulación de datos tomados.	x	x	x	X								
Creación de gráficos con los datos tabulados.			x									
Análisis de datos.	x	x	x	X								
Escritura del artículo.	x	x	x	X								

## 6. Presupuesto preliminar del proyecto de investigación.

**Tabla N5:** Presupuesto del proyecto.

<b>Presupuesto preliminar del proyecto de investigación.</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Recursos requeridos</b>	<b>Costo total</b>



Medición y delimitación del terreno destinado para la realización del proyecto.	1 día	Flexómetro, cuerda, libreta, lápiz, estacas	\$ 10,98
Limpieza del terreno de toda maleza, anteriores especies cultivadas y semillas de otras plantas.	1 día	Azadón, rastrillo, ayuda	\$ 29,00
Fertilización del terreno utilizando abono orgánico de gallina en todo el sector destinado al cultivo de las especies.	1 día	Pala, carretilla, abono orgánico	\$ 29,00
Adquisición de las 18 plantas de cada especie usada para el estudio.	1 día	Plántula de lechuga, semilla de papa	\$ 6,00
Procesos de arado y siembra de las especies de lechuga y papa.	1 día	Azadón, ayuda	\$ 20,00
Elaboración del pesticida orgánico de forma casera.	8 días	Olla, gas, agua	\$ 18,00
Uso de los productos para el cuidado y protección (pesticida comercial, pesticida orgánico) de las plantas cultivadas de cada sub parcela.	1 día	Pesticida comercial, Fumigadora bomba 16 lt, Atomizador	\$ 22,50
Medición de plantas cada 14 días desde el inicio de la siembra.	6 días	libreta, lápiz, transporte, flexómetro	\$ 16,50
Captura de especies de insectos de cada una de las plantas en las tres sub parcelas, usando trampas adhesivas.	6 días	libreta, lápiz, trampas para insecto, estacas de madera, transporte.	
Tabulación de datos y análisis de resultados.	10 días	Laptop, luz	\$ 3,00

Total			\$	154,98
-------	--	--	----	--------

## 7. Análisis de datos

Se realizará un análisis de varianza (ANOVA), por ser un método estadístico, que permite descubrir si una prueba realizada cuenta con resultados significativos, ayudándonos a aceptar la hipótesis alternativa o rechazar la hipótesis nula.

En este caso se utilizará el análisis ANOVA porque existen más de dos grupos que se quieren comparar, existen mediciones repetidas (en más de dos ocasiones), los individuos pueden variar en más de una característica que puede cambiar o afectar el resultado y se requiere modificar su efecto o analizar de manera simultánea el efecto de dos o más tratamientos diferentes (Dagnino, 2014 ).

Para determinar si los datos son normales se realizará el test de Shapiro-Wilk. En el caso de que los datos no sean normales se los transformará para lograr que los datos puedan ajustarse a una distribución normal.

### **Variables de estudio**

**Tipo de plantas:** 1) A1. Lechuga y 2) A2. papa

**Tipo de pesticidas:** 1) B1Control, 2) B2P. comercial 3) B3P. orgánico

**Mediciones:** 1) Tamaño planta, 2) Abundancia insectos

### **Hipótesis nula y alternativa**

**Ho:** El pesticida orgánico es efectivo para evitar el crecimiento de insectos en los cultivos.

**Ha:** El cultivo tratado con el pesticida orgánico presentó igual o más cantidad de insectos que el cultivo sin ningún tipo de pesticida.

## Organización de las variables

**Variable:** Número de insectos

Tamaño de las plantas

**Factores:** A. Especies (dos niveles) B. Pesticidas (tres niveles),

Variables de respuesta: Numero de insectos		Pesticidas (B)		
		P. Control (B1)	P. Químico (B2)	P. Orgánico (B3)
Tipo de plantas (A)	Planta A1			
	Planta A1			

## 8. Resultados esperados y preliminares

### 8.1. Resultados esperados

Se espera que las plantas de la subparcela de control presenten una mayor cantidad de insectos de todo tipo, ya que, al no estar tratadas con ningún producto o técnica, es un blanco fácil para el establecimiento de plagas. Con respecto al crecimiento de estas plantas, se espera que tengan un crecimiento normal.

Debido a que el producto comercial está compuesto de sustancias como: Chlorpyrifos, Cypermetrin, xylene y aditivos, cuyas características provocan el envenenamiento de los insectos (colapso del sistema nervioso) y que en el caso del xylene se obtiene a partir del petróleo, se espera que las plantas tratadas con el pesticida comercial, tengan un número de especies plaga nulo o mínimo, pero que las

plantas y el suelo tengan cierto grado de contaminación. Esto quizá también podría ocasionar que las plantas crezcan menos.

Se espera que las plantas tratadas con el pesticida orgánico muestren una disminución en el número de insectos (ya que las plantas usadas poseen compuestos activos efectivos en el cuidado de plantas) hasta llegar a un porcentaje que no afecte a todas especies de insectos que se acerque a las plantas, eliminando exclusivamente a las plagas de insectos en los cultivos.

Santander (2018) menciona que, específicamente los helechos, están siendo tomados para el control de especies, específicamente para la exterminación de diferentes tipos de pulgones, mediante el proyecto piloto llamado '*Pteridium*', en Cantabria (comunidad autónoma española) el 08 del 2017, con una inversión de 53,000 euros.

Entidades como la FAO mencionan que los bio preparados de manzanilla, ortiga y otras plantas funcionan contra plagas, ya que han sido usados mediante generaciones en sus cultivos (BBC, 2011).

## **8.2. Resultados preliminares**

A continuación, se detalla los principios activos de las especies utilizadas para la elaboración del pesticida orgánico.

- i) El helecho serrucho usado en el presente estudio posee a la fitoecdisona como principio activo, que tiene la capacidad de evitar el desarrollo de las especies de insectos que atacan a cultivos. Por lo que, evitando el desarrollo cuticular de los insectos alojados en el cultivo, confirma su uso para el cuidado de plantas agrícolas en contra de plagas, ya que las especies morirían al pasar el tiempo (Viñuela, 1991).

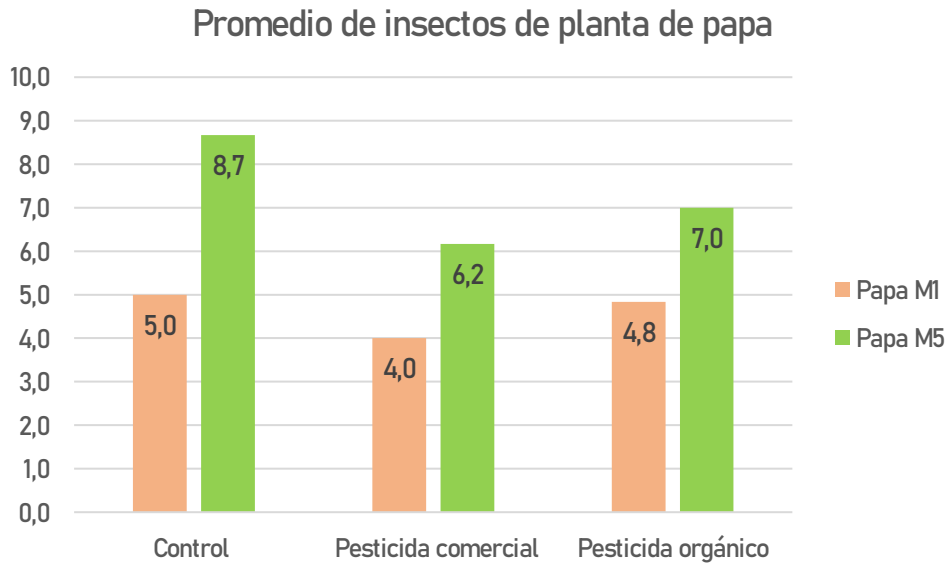
ii) El purín de ortiga (*Urtica urens*), es usado desde hace mucho tiempo para la protección de plantas, gracias a sus diferentes componentes nutritivos y compuestos activos que sirven como fungicida e insecticida, aunque la información aun es un poco limitada en relación a los compuestos de esa planta ya que lo que se menciona primordial mente son sus vitaminas (A, C y K) (Ordoñez, 2014), mas no el tipo de compuesto que lo vuelve insecticida.

iii) La manzanilla fue nombrada en diferentes artículos relacionados a las alomonas, al ser una de las especies que posee este tipo de sustancia, además de que las misma puede reducir en gran medida el ataque de especies perjudiciales para los cultivos al cambiar su comportamiento alimenticio y atraer depredadores de los mismos (Garcés, 2021), aunque la información de la manzanilla directamente como una especie para el control de plagas es poca.

A partir de seis muestreos realizados en el campo encontraron los siguientes resultados preliminares relacionados al crecimiento de las plantas y el crecimiento de insectos en las plantas.

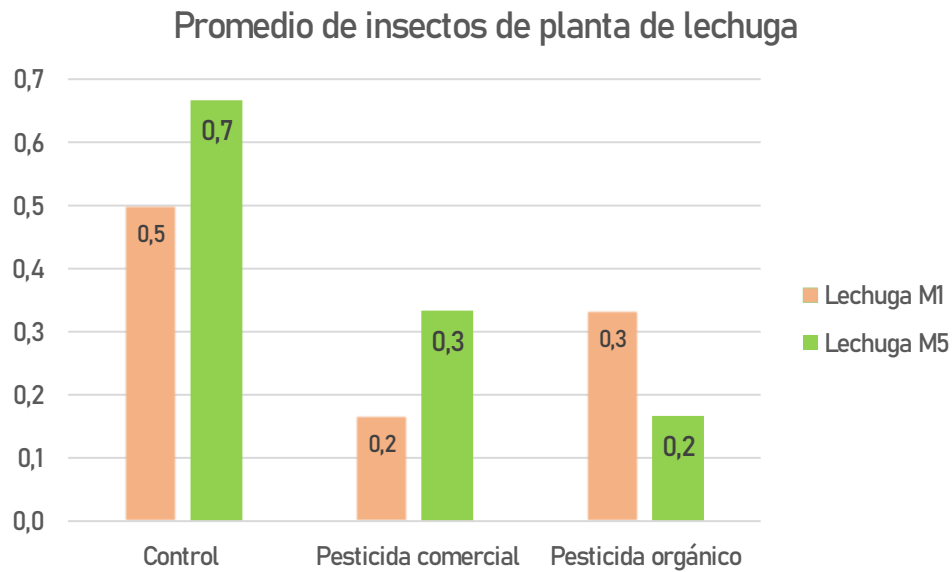
### **Crecimiento de insectos en las plantas**

En general, las plantas control tuvieron más especies y más abundancia de insectos que plantas tratadas con el pesticida comercial y orgánico (figuras 1 y 2). Las plantas tratadas con el pesticida comercial tuvieron menos especies y menos abundancia de insectos que las plantas tratadas con el pesticida orgánico, pero estas tuvieron menos individuos de insectos que las plantas control, sugiriendo que el pesticida orgánico sí es efectivo para controlar la llegada de insectos plaga.



**Figura 1:** Datos promedio de cantidad de especies del primer muestreo y el sexto. M1 representa el primer muestreo y M5 representa el sexto muestreo.

Como se observa en la figura 1, en el primer muestreo, el promedio de insectos de las plantas de papa tratada con el pesticida comercial es menor, en comparación a las especies de la subparcela tratada con el pesticida orgánico y de igual forma con las especies de la sub parcela control. En el sexto muestreo, se puede ver que la cantidad de insectos en la subparcela tratada con el pesticida comercial es menor en comparación a las especies tratadas con el pesticida orgánico, pero las plantas tratadas con el pesticida orgánico cuentan con una cantidad promedio menor a la parcela control.



**Figura 2:** Datos promedio de cantidad de especies en el primer muestreo y el sexto. M1 representa el primer muestreo y M5 representa el sexto muestreo.

Como se observa en la figura 2, en el primer muestreo, el promedio de insectos de las plantas de lechuga tratada con el pesticida comercial es menor, en comparación a las especies de la subparcela tratada con el pesticida orgánico y de igual forma con las especies de la sub parcela control. En el sexto muestreo, se puede ver que la cantidad de insectos en la subparcela tratada con el pesticida comercial es mayor en comparación a las especies tratadas con el pesticida orgánico y las plantas tratadas con el pesticida orgánico cuentan con una cantidad promedio menor a la parcela control.

Incluyendo el hecho de que el pesticida comercial cuenta con químicos más potentes para el control de plagas, en los dos casos (papa y lechuga), el número de especies de insectos en las plantas de las subparcelas cuidadas con el pesticida orgánico fue menor que en la parcela control.

Además, se encontró diferencias en el número de especies y abundancia de insectos entre las dos especies de planta. La papa tuvo mayor número de especies e individuos de insectos que la lechuga.

Al ser especies diferentes, tanto la papa como la lechuga tuvieron números diferentes de individuos en cada recolección de datos, ya que las dos especies cuentan con plagas especies específicas y eso se vio reflejado en el número de especies registradas.

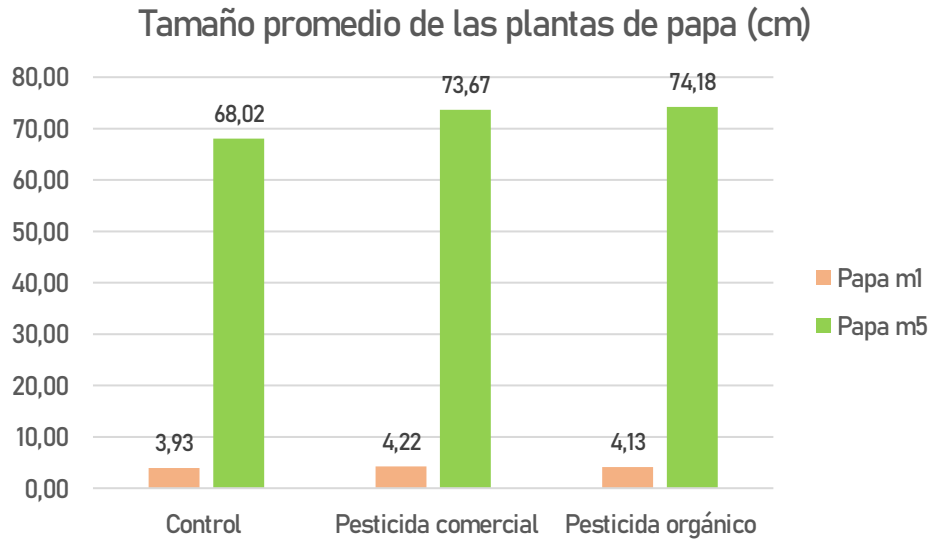
### **Crecimiento de las plantas**

En general, las plantas control y plantas tratadas con el pesticida orgánico crecieron más que plantas tratadas con el pesticida comercial. En relación a la altura, ambas especies tratadas con el pesticida orgánico tuvieron un mejor desarrollo, que las plantas tratadas con el pesticida comercial y las plantas control.

En las plantas de papa se observó, que las plantas en las que se usó el pesticida orgánico fueron más frondosas que las plantas control, esto se pudo corroborar mediante la observación en campo, durante el proceso de medición de especies y recolección de insectos.

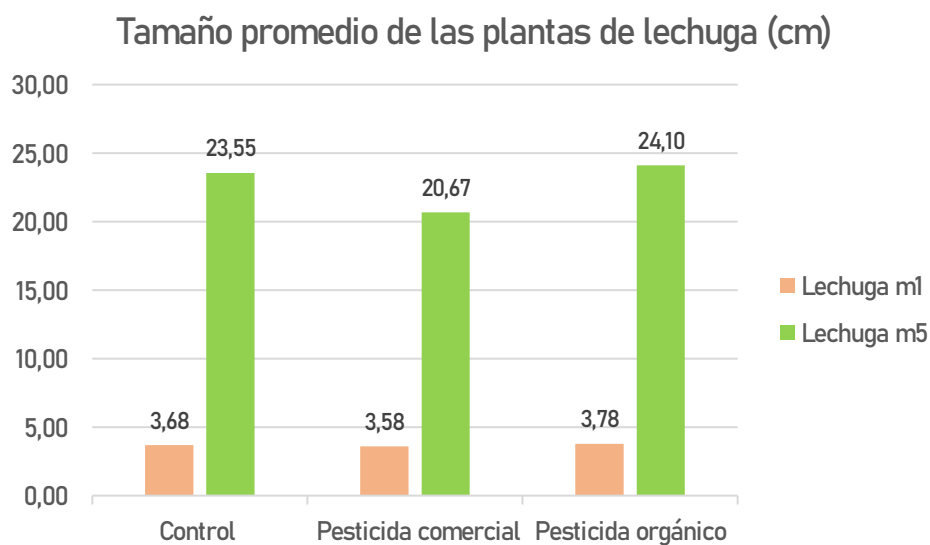
Las plantas de lechuga y de papa en las que se aplicó el pesticida orgánico, tuvieron un mejor desarrollo a pesar de ser especies sumamente diferentes, en cuestiones de altura y en su nivel foliar, lo cual fue corroborado mediante observación.





**Figura 3:** Datos promedio del tamaño de las plantas de la especie de papa del primer muestreo y el sexto. M1 representa el primer muestreo y M5 representa el sexto muestreo.

Como se puede ver en la figura 3, en la primera medición de las plantas de papa, el tamaño promedio de las papas tratadas con el pesticida comercial es mayor que las plantas tratadas con el pesticida orgánico y las plantas control. Sin embargo, para el sexto muestreo, el tamaño promedio de las plantas tratadas con el pesticida orgánico fue mayor, en comparación a las plantas control y las tratadas con el pesticida comercial.



**Figura 4:** Datos promedio del tamaño de las plantas de la especie de lechuga del primer muestreo y el sexto. M1 representa el primer muestreo y M5 representa el sexto muestreo.

Como lo indica la Figura 4, en la primera fase de recolección de datos, se muestra que el tamaño promedio de las plantas de lechuga tratadas con el pesticida orgánico es más grande que las tratadas con el pesticida comercial y las plantas control. Este patrón se mantiene hasta la sexta medición de las plantas, donde el tamaño promedio de las plantas tratadas con el pesticida orgánico es mayor, en comparación con las especies tratadas con el pesticida comercial y las plantas control.

## **9. Conclusiones**

Con respecto a los principios activos de las especies de planta utilizadas para la elaboración del pesticida orgánico, no se encontró mucha información en la literatura.

A pesar de la diferencia en la efectividad para el crecimiento de insectos entre el pesticida comercial y el orgánico, se pudo evidenciar que sí funciona utilizar un pesticida orgánico en estos procesos de cuidado de cultivos. Esto se concluye debido a que hubo diferencias en la abundancia de insectos entre plantas tratadas con el pesticida orgánico y las plantas control, donde el número de insectos contabilizados fue mayor a los de las plantas tratadas con pesticida orgánico. Sin embargo, para reforzar estos hallazgos, el diseño experimental de este trabajo se puede mejorar, mediante más repeticiones y una mayor extensión de las parcelas y subparcelas experimentales.

Uno de los hallazgos preliminares más interesantes de este trabajo fue que las plantas tratadas con el pesticida orgánico crecieron mejor que las tratadas con el pesticida comercial. Esto podría ser por la presencia de las vitaminas que aporta el uso del purín de ortiga y la protección contra plagas ayudo a mejorar su desarrollo.

A pesar de que el pesticida orgánico fue menos efectivo que el comercial para evitar el crecimiento de insectos en las plantas, es evidente que sí funciona para evitar ese crecimiento en las plantas. Lo interesante de este pesticida orgánico es que podría ser menos efectivo para evitar el crecimiento de insectos o plagas, pero aporta en gran medida al crecimiento y vitalidad de las plantas. Por tanto, sería más recomendable utilizar el pesticida orgánico que el comercial porque presenta mayores ventajas. Entre ellas el mejor desarrollo de las plantas, evita que lleguen insectos plaga, y a su vez evita la contaminación de estas especies comestibles y del suelo.

También se encontró diferencias entre las dos especies de plantas. Las papas son más susceptibles a la contaminación de sus plantas con insectos. Podría ser que tanto el pesticida orgánico como el comercial no son tan efectivos en esta especie. Sin embargo, el pesticida orgánico incidió en un mayor aporte en crecimiento de las plantas de papa que en las de lechuga.

La alimentación de la población está comenzando a ser difícil de mantener en el tiempo, por lo que la búsqueda de nuevas estrategias de cuidado de cultivos es de suma importancia y su balance con la protección de medios naturales. Por tanto, este trabajo es un gran aporte para tener un precedente de la utilidad del uso de biopesticidas como control para plagas, sin afectar a medios naturales y enfocándose en plagas concretas, ya que no ataca a todas las especies que se encuentren en un cultivo y las cuales ayudan al mismo.

Incluso con un poco de diferencia en el número de insectos entre los tratamientos, el nivel de protección que contiene un pesticida orgánico, puede rivalizar con un pesticida comercial, como se puede apreciar en la presente propuesta. Lo que se puede ganar usando diferentes soluciones para el problema de las plagas y de la salud de la población

con estrategias como los pesticidas orgánicos es lo que se quiere demostrar al a ver hecho estas pruebas.

## **10. Recomendaciones**

Para descubrir los principios activos de las especies de planta utilizadas para la elaboración del pesticida orgánico Se recomienda hacer un análisis químico de los compuestos de las plantas para el pesticida orgánico.

Los resultados preliminares de este trabajo sugieren algunas recomendaciones con respecto a la metodología para elaborar el pesticida orgánico y para las pruebas de efectividad en el campo, las cuales se detallan a continuación:

i) Elaborar el pesticida orgánico en un laboratorio químico con todos los implementos usados para la extracción de compuestos químicos, para posteriormente poder probar si es más efectivo que el comercial.

ii) Se debería dejar un espacio de tres metros entre las columnas (subparcelas) de los tratamientos, es decir entre la columna de las plantas control, las plantas con pesticida comercial y las plantas con el pesticida orgánico. Esto con la finalidad de asegurarnos de que el suelo y las plantas no se contaminen con los otros pesticidas y que no migren los insectos de los otros tratamientos.

iii) Se debe realizar este tipo de experimento en un lugar más grande, para tener réplicas de todas las parcelas, y así garantizar un muestreo representativo.

iv) Se puede incluir otras especies de planta para comprobar su funcionamiento, hay muchas especies que son usadas para el cuidado de

plantas, por lo que se podrían encontrar opciones y/o combinaciones que beneficien aún más a los cultivos.

También se recomienda realizar el experimento en campo con la ayuda de una mayor cantidad de personas, equipo tecnológico (cámaras, drones), para que la base de datos sea más potente y pueda ser un referente para otros estudios.

Se recomienda buscar financiamiento para poder llevar a cabo esta propuesta a mayor escala.

### **Literatura citada:**

**Agudelo, R. M. (2005).** El agua, recurso estratégico del siglo I. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública (23) 1.*

**Andrade, H. (1995).** Catálogo de variedades de papas cultivadas en el Ecuador.

**BIANCO, M. D. (2011).** Helechos y licofitas del centro de la Argentina. *Universidad Nacional de Río Cuarto.*

**Blanco, L. (s.f.).** *www.lifeder.com.* Obtenido de lifeder:  
<https://www.lifeder.com/matricaria-recutita/#:~:text=Pflanzen%20%5BPublic%20domain%5D-,H%C3%A1bitat%20y%20distribuci%C3%B3n,2250%20a%20los%202800%20msnm.>

**BBC, (7 de Junio de 2011).** *BBC news.* Obtenido de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110607\\_biopreparados\\_fao\\_am](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110607_biopreparados_fao_am)

**Caicedo Sandoval, C. E. (2017).** Estudio sobre los efectos locales del cambio climático y fenómenos meteorológicos en la provincia de Cotacachi. *Bachelor's thesis, Latacunga: Universidad Técnica de Cotacachi: Facultad de Ciencias*

*Agropecuarias y Recursos Naturales; Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, 2017.*

**Carreón, S. H. (2019).** Determinación de plaguicidas organoclorados y metales pesados en suelos agrícolas del Valle de Juárez. *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, 69.

**Castillo, B., Ruiz, J. O., Manrique, M. A., & Pozo, C. (2020).** Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Espacios*, 41(10), 11.

**Celio D. Bravo Moreira, Í. P. (2016).** Contaminación de agua cruda de río y potabilizada de consumo doméstico en Manta-Ecuador. *Dominio de las Ciencias* 2(3), 171-186.

**Chiluisa Tipanluisa, M. S. (2017).** Determinación del comportamiento de la Humedad presente en los suelos de dos Parroquias Rurales del cantón Latacunga (Aláquez y San Buenaventura) en el periodo 2010–2012 mediante teledetección. *Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)*.

**COSSIO, M. C. (2015).** Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos en la producción de manzanilla (matricaria chamunilla). *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*.

**Cotopaxi., P. d. (2015).** Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2025. *Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi*.

**D. Torres, T. C. (2004).** Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas* 13 (3), 2-6.

- DARÍO, C. I. (2021).** Evaluación del impacto ambiental en el suelo causado. *universidad técnica del norte facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales.*
- David M Soderlund, J. M. (2002).** Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *Toxicology 171 (1)*, 3-59.
- Dagnino, J. (2014 ).** Análisis de varianza . *Revista Chilena Anestesia* , 306-310.
- DPR. (s.f.).** Lo que debería saber de los pesticidas ¿Que es un pesticida? *Departamento de Reglamentación de Pesticidas de California* .
- Dra. Asela M. del Puerto Rodríguez, D. S. Tamayo, SS, & Estrada, DEP (2014).** Effects of pesticides on health and the environment. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3), 372-387.
- Dra. Asela M. del Puerto Rodríguez, S. S. (2014).** Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología (Cubana Hig Epidemiol)* 52 (3), 372-387.
- Egúsqüiza, B. R. (2000).** La papa: producción, transformación y comercialización. *International Potato Center.*
- E. Viñuela, F. B. (1991).** Los insecticidas reguladores del crecimiento y cutículas . *Veg. Plagas 17(3)*, 391-400.
- EPA. (15 de Noviembre de 2021).** *Eviromental Protection Agency.* Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pesticidas>
- ESPAC, I. (2020).** Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. *INEC* .

- Cavieres, M. F. (2004).** Pesticide exposure and reproductive and birth defects. Critical analysis of epidemiological and experimental evidence. *Revista médica de Chile*, 873-879.
- Fernando Plenge Tellechea, J. A. (2007).** Human health risks caused by pesticides. *Tecnociencia chihuahua* 1(3), 4-6.
- Ferrer, A. (2003).** Pesticide poisoning. *Annales Sistem Sanitaires Navarra.*, 155-171.
- Gardiner, P. (1999).** Chamomile (*Matricaria recutita*, *Anthemis nobilis*). *The Longwood Herbal Task Force (The Center for Holistic Pediatric Education and Research)*, 1-21.
- Gregor J. Devine, D. E. (2008).** Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 25(1), 74-100.
- Grisales, N. L. (2020).** Identificación y conteo de insectos (mosca blanca, trips y minador de hoja) capturados en trampa adhesiva mediante visión e inteligencia artificial. Caso flores el trigal. *Universidad eia*.
- H Andrade, O. B. (2002).** La papa en Ecuador. *INIAP-CIP*, 29.
- Harborne, J. B. (1982).** Introduction to ecological biochemistry. *Academic Press London* 2, 278.
- Harris, P. (1978).** *El cultivo de la papa, La base científica para la mejora.* . Londres.
- Henrik Balslev, H. N. (2008).** *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía & H. Balslev (eds.) Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus : 1-3 .*



Hernández, E. A. y Montes, E. V. (2015). Los helechos como plantas ornamentales. *Usos de plantas meicanas*.

**Herrera, R. C. (2011).** Problemas medioambientales que afectan la salud laboral y poblacional. Municipio Lajas-2011. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*.

**ISERN, M. D. (2002).** La química de los pesticidas y su metodología analítica. *Universidad del centro educativo latinoamericano, Colección Cuadernillos UCEL, Rosario*.

**KESTER, J. E. (2001).** Endocrine disrupting chemicals. . *Clinical Environmental Health and Toxic Exposures*. Lippincott William and Wilkins.

**LEICA, L. R. (2012).** “Caracterización morfológica de diez entradas de papas nativas (*Solanum sp*) del INIAP en el banco de germoplasma del jardín botánico Atucha-La Liria. *Universidad Técnica de Ambato*, 95.

**Serna, E (2017).** *Desarrollo e innovación en ingeniería*. Medellín – Antioquia: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

**Madhun, YA y Freed, VH (1990).** Impact of pesticides on the environment. *Pesticides in the Soil Environment. Series No. 2, Soil Science Society of America, Madison, WI*, 429-466.

**Marin, J. (2002).** BIOPESTICIDAS: LA AGRICULTURA DEL FUTURO. *Phytoma* 141, 14-19.

**Matthew P. Longnecker, W. J. (1997).** The human health effects of ddt (dichlorodiphenyltrichloroethane) and pcbs (polychlorinated biphenyls) and an

overview of organochlorines in public health. *Annual Review Public Health* , 211-244.

**Pilamunga, A. J. (2014).** “Efecto de la temperatura y tiempo de secado en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de cuatro hortalizas: col de repollo, col morada, lechuga iceberg tipo salinas y espinaca troceadas con previa aplicación de aceite esencial de canela. *Universidad Técnica de Ambato*, 233.

**Pomboza Tamaquiza, P. Q. P. (2016).** Hábitats y usos tradicionales de especies de *Urtica l.* en la cuenca alta del Río Ambato, Tungurahua-Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 4(2), 48-58.

**Pumisacho, M. &. (2002).** *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.

**QUINTERO, J. J. (1977).** La lechuga . *hojas divulgadoras* 10 (77), 1-20.

**Santander. (6 de Julio de 2018).** *El Diario Montañes*. Obtenido de <https://www.eldiariomontanes.es/tecnologia/helecho-utilizado-insecticida-20180706200033-nt.html>

**Suárez, N. Y. (2018).** Daño colateral en abejas por la e posición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado* 14 (1), 232-240.

**SUCASACA BARJA Jhonny Richard, M. R. (2021).** Efecto cicatrizante del gel a base del e tracto hidroalcoholico de las hojas de molle (*schinus molle l.*) y de ortiga (*urtica urens l.*) en ratas albinas Lima 2021. *Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt*, 117.

**Varela, M. (23 de Enero de 2020).** *Ecobidrio*. Obtenido de [hablandoenvidrio.com](https://hablandoenvidrio.com/pesticidas-medio-ambiente/): <https://hablandoenvidrio.com/pesticidas-medio-ambiente/>

**Weiss, B., Amler, S., & Amler, RW. (2004).** Pesticides. *Pediatrics*. 113, 1030-1036.

**Werf, H. M. (1996).** Assessing the impact of pesticides on the environment . *Agriculture, Ecosystems and Environment* 60 (2-3), 81-96.

**Yesmit Karina Ríos, A. C. (2008).** Actividad citotóxica y leishmanicida in vitro del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla*). *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, 32(2), 200-211.

**Ymelda Montoro, R. M. (2009).** Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 466-472.

#### **Anexos:**

**Anexo N1:** Adquisición de plántulas de lechuga.



**Anexo N2:** Plántulas de lechuga.



Anexo N3: Limpieza de terreno para la realización de la parcela.



Anexo N4: Separación y realización de surcos.



Anexo N5: Especies en proceso de crecimiento



Anexo N6: Flor de papa



Anexo N7: Papas cortadas para proceso de secado.



**Anexo N8:** Tabulación de datos de las parcelas, cantidad de insectos y tamaño de cada una.

Muestreo	Especie de planta	Identificacion de individuos	Tamaño de planta Control (cm)	Tamaño de planta PC (cm)	Tamaño de planta PO (cm)	Número de insectos Control	Número de insectos PC	Número de insectos PO
0	Lechuga	1L	4	3,5	3,7	0	0	0
0	Lechuga	2L	4	3,7	4	0	0	0
0	Lechuga	3L	3,8	3,9	3,6	0	0	0

0	Lechuga	4L	3,2	3	3,7	0	0	0
0	Lechuga	5L	3,4	4,1	3,8	0	0	0
0	Lechuga	6L	3,7	3,3	3,9	0	0	0
0	Papa	1P	0	0	0	0	0	0
0	Papa	2P	0	0	0	0	0	0
0	Papa	3P	0	0	0	0	0	0
0	Papa	4P	0	0	0	0	0	0
0	Papa	5P	0	0	0	0	0	0
0	Papa	6P	0	0	0	0	0	0
1	Lechuga	1L	5,5	4,2	4,9	1	0	1
1	Lechuga	2L	5,6	4,9	5,8	0	0	1
1	Lechuga	3L	4,5	5	4,6	0	0	0
1	Lechuga	4L	4,3	4,1	3,7	0	1	0
1	Lechuga	5L	4,7	5,1	4,5	1	0	0
1	Lechuga	6L	4,8	4,3	4,7	1	0	0
1	Papa	1P	3	4	3,2	5	2	4
1	Papa	2P	4,1	3	3,4	4	3	6
1	Papa	3P	4,5	4,1	3,9	8	6	4
1	Papa	4P	5,1	4,5	3,8	6	2	5
1	Papa	5P	3,6	4,8	5	2	7	3
1	Papa	6P	3,3	4,9	5,5	5	4	7
2	Lechuga	1L	8,3	9	10,3	0	0	0
2	Lechuga	2L	8,6	8,5	11,6	1	0	0
2	Lechuga	3L	7,4	6	9,6	0	0	1

2	Lechuga	4L	7	5,6	8	1	0	1
2	Lechuga	5L	7,1	9,4	12	0	0	0
2	Lechuga	6L	8	5,8	13,4	1	0	0
2	Papa	1P	9	15	12,2	9	3	6
2	Papa	2P	10,3	10,5	16,2	7	6	9
2	Papa	3P	9,4	11,9	11,5	5	2	4
2	Papa	4P	17,2	18,3	15,6	6	8	5
2	Papa	5P	9,6	20	22,5	4	6	7
2	Papa	6P	9,4	23,1	25	8	4	2
3	Lechuga	1L	13,5	12	11	0	0	0
3	Lechuga	2L	14,1	10,6	14	1	0	0
3	Lechuga	3L	10,3	8	12,4	0	0	1
3	Lechuga	4L	9,6	11,3	13,6	0	0	0
3	Lechuga	5L	10,1	14	15	0	0	0
3	Lechuga	6L	11,2	12,7	16,1	1	0	0
3	Papa	1P	17	18,3	23,4	17	6	11
3	Papa	2P	23,4	19,2	28	10	9	14
3	Papa	3P	20,6	23,1	24,5	19	15	18
3	Papa	4P	31,4	30	23,7	21	18	16
3	Papa	5P	23,2	34	33,6	16	14	10
3	Papa	6P	22,7	31,3	35	24	17	13
4	Lechuga	1L	22	17,3	15	0	0	0
4	Lechuga	2L	22	18,4	20	1	0	0
4	Lechuga	3L	20,2	13,6	22	0	0	1

4	Lechuga	4L	18,7	15	21,7	0	0	1
4	Lechuga	5L	19,3	23,4	23,6	0	1	0
4	Lechuga	6L	21,4	18,3	23,7	1	0	0
4	Papa	1P	30,2	24,3	38,4	3	4	6
4	Papa	2P	35,3	38	48	5	2	1
4	Papa	3P	38,5	46,2	38,8	2	5	4
4	Papa	4P	40,5	41,3	37,4	4	2	6
4	Papa	5P	44,7	49,2	50,3	3	3	7
4	Papa	6P	32,8	45,7	54	0	0	4
5	Lechuga	1L	24,1	20,3	23,5	0	0	0
5	Lechuga	2L	25	22,1	23,4	1	0	1
5	Lechuga	3L	23,5	18,5	24,6	2	1	0
5	Lechuga	4L	21,7	16,3	23,7	0	0	0
5	Lechuga	5L	22,4	24,2	24,9	0	1	0
5	Lechuga	6L	24,6	22,6	24,5	1	0	0
5	Papa	1P	63,6	60,9	69,7	8	7	8
5	Papa	2P	68,3	72,7	77,3	10	6	5
5	Papa	3P	69,5	77,2	70,3	6	4	5
5	Papa	4P	72,2	74,8	67,9	9	7	9
5	Papa	5P	76,2	80,1	79,3	8	6	7
5	Papa	6P	58,3	76,3	80,6	11	7	8

**Anexo N9:** Tabulación de cantidad promedio de insectos y tamaño de plantas.

Número de insectos de planta de papa
--------------------------------------



Especie de planta	Control	Pesticida comercial	Pesticida orgánico
Papa M1	5,0	4,0	4,8
Papa M6	8,7	6,2	7,0

Número de insectos de planta de lechuga			
Especie de planta	Control	Pesticida comercial	Pesticida orgánico
Lechuga M1	0,5	0,2	0,3
Lechuga M6	0,7	0,3	0,2

Tamaño promedio de las plantas de papa (cm)			
Especie de planta	Control	Pesticida comercial	Pesticida orgánico
Papa m1	3,93	4,22	4,13
Papa m6	68,02	73,67	74,18

Tamaño promedio de las plantas de lechuga (cm)			
Especie de planta	Control	Pesticida comercial	Pesticida orgánico
Lechuga m1	3,68	3,58	3,78

Lechuga			
m6	23,55	20,67	24,10