

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

“Evaluación de eficacia en la reducción de plagas mediante la aplicación de macerados elaborados a partir de productos naturales en cultivos de arroz de Santa Lucía”

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Químico**

Presentado por:

Alexis Alfredo Narváez Cepeda

Fernando Antonio Quiroz Casal

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

## Dedicatoria

---

Esta tesis es el cumplimiento de una promesa que nació del silencio. Aunque ya no estés con nosotros, el recuerdo de tus palabras llenas de sabiduría, tus historias llenas de vida y tus valores prevalecen en mí. Gracias por darme un techo donde vivir, tu legado vivirá en mí, hasta el último de mis alientos. Era mi sueño que me veas en lo que soy hoy en día. Con todo mi amor, tu nieto que siempre te recordará.

A mi madre que nunca nos abandonó, el ejemplo más vivo de fortaleza que he visto en un ser humano, has pasado por mil vicisitudes, pero a pesar de todo nunca me dejaste de apoyar, nunca me diste la espalda. Mi éxito es el tuyo, tu eres la razón de lo que soy hoy en día. Ahora es mi deber ayudarte y prometo que lo cumpliré. Con todo mi amor, tu hijo que jamás te abandonará

## Dedicatoria

---

El presente proyecto lo dedico a alguien que siempre será especial para mí, que siempre estará presente a pesar de que ya no esté en este mundo terrenal. Papi Abdón, he logrado otra meta en mi vida. Gracias por tus consejos, tu confianza y tu cariño, por siempre decirme que no me rinda en nada de lo que me proponga. Un abrazo desde aquí hasta el cielo viejo querido.

También este trabajo va para mi pequeña mascota, Maylo.

## Agradecimientos

---

Agradezco a mi padre por todo el apoyo incondicional que me otorgó en estos tiempos de zozobra. Por darme una educación de primer nivel y la oportunidad de surgir en un campo laboral. Este título es gracias a todo el esfuerzo y confianza que pusiste en mí.

Gracias a todas las personas que confiaron en mí y nunca me abandonaron en este duro camino. Gracias a ti, que me enseñaste a ser un mejor hombre y saber manejar mejor mis emociones, siempre vivaras en mi memoria por el impacto que tuviste en mí. Este éxito no solo es mío, es de todos los que confiaron y nunca me dieron la espalda.

## Agradecimientos

---

Agradezco primeramente a Dios, por la salud brindada, y por las fuerzas y la perseverancia para poder terminar la carrera.

A mis padres, Fidel e Ivonne, un pilar fundamental en mi vida, sin sus esfuerzos, confianza y consejos, esto no hubiera sido posible. A mis abuelas, Isabel y Bertha, por su amor e infinito apoyo. A mi enamorada, Daisy, por cada uno de sus consejos, por estar incondicionalmente, por siempre apoyarme y creer en mí. A mi amigo, Lothar, por estar siempre ahí, en las buenas y malas.

Y finalmente agradezco a nuestra tutora por su guía en este proyecto.

## Declaración Expresa

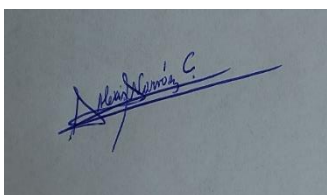
---

Nosotros Alexis Alfredo Narváez Cepeda y Fernando Antonio Quiroz Casal acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

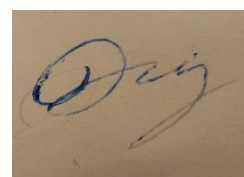
La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.



---

Alexis Narváez



---

Fernando Quiroz

# Evaluadores

---

**Suanny Mosquera**

Profesor de Materia

---

**Lorena Quinchuela**

Tutor de proyecto

## RESUMEN

En Ecuador, el uso generalizado de plaguicidas en la agricultura ha generado impactos negativos en el medio ambiente, la salud y la economía de los pequeños productores. Los macerados a base de hojas de neem, así como de una mezcla de ajo y cebolla son una alternativa viable como biopesticida. Se obtuvieron los macerados a base de Neem y ajo-cebolla y cada semana se aplicaba y registraba las variables de estudio, para evaluar su efectividad. Mediante análisis estadístico multifactorial se determinó que existe una diferencia significativa entre las variables de altura, coloración, número y longitud de panículas para el tratamiento "CO", con respecto al resto, pero el índice de plagas es mucho mayor. Se realizó un análisis financiero a 5 años comparando el uso de pesticidas químicos y macerados orgánicos, obteniendo una Tasa Interna de Retorno del 41,98% para pesticidas y un 56,66% para macerados. En resumen, los macerados demostraron ser eficaces en el control de plagas y una inversión rentable a largo plazo, ofreciendo una alternativa sostenible a los pesticidas químicos convencionales en la agricultura.

**PALABRAS CLAVE:** *Biopesticidas, agricultura, plagas, ambiente, macerados*



## ABSTRACT

In Ecuador, the widespread use of pesticides in agriculture has led to negative impacts on the environment, health of communities, and the economic stability of small-scale farmers. Neem leaf macerates and a garlic-onion mixture serve as viable alternatives as biopesticides, due to its impact on rice crop's plagues. Macerates were prepared and applied weekly, recording study variables to assess their effectiveness on the rice crops. Multifactorial statistical analysis revealed significant differences in height, coloration, number, and length of panicles for the "CO" treatment compared to others. However, its noteworthy that the pest index variables were notably higher. A 5-year financial analysis comparing chemical pesticides and organic macerates resulted in a 41.98% Internal Rate of Return (IRR) for pesticides and a 56.66% IRR for macerates. In summary, macerates proved effective in pest management and it is financially lucrative over the long term, providing a sustainable and promising alternative to conventional chemical pesticides in Ecuadorian agriculture.

**Keywords:** *Biopesticides, agriculture, pests, environment*

# INDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	1
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Marco teórico .....	5
1.4.1 Plaguicidas.....	5
1.4.2 Biopesticidas.....	6
1.4.3 Generalidades Neem.....	7
1.4.3 Extracción del Neem, y ajo-cebolla .....	9
1.4.4 Efectividad del Neem y ajo-cebolla .....	10
CAPÍTULO 2 .....	11
2 METODOLOGÍA.....	11
2.1 Materiales y equipos .....	11
2.1.1 Materiales .....	11
2.1.2 Equipos.....	11

2.2 Diagrama del proceso de obtención de los extractos acuosos .....	11
2.3 Pretratamiento de materia prima .....	12
2.3.1 Hojas de Neem .....	12
2.3.2 Preparación del macerado de Neem.....	16
2.4 Ajo y cebolla.....	17
2.4.1 Triturado del ajo y cebolla.....	18
2.4.2 Maceración del ajo y cebolla .....	18
2.4 Diseño experimental: Parcelas segmentadas .....	19
2.4.1 Aplicación de los bioinsecticidas .....	21
2.4.2 Efectividad del cultivo .....	24
2.5 Análisis estadístico.....	27
2.6 Análisis económico .....	28
CAPITULO 3 .....	29
3 ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	29
3.1 Secado .....	29
3.2 Análisis granulométrico .....	30
3.3 Análisis descriptivo y tratamiento estadístico .....	32
3.3.1 Altura promedio de las plantas .....	32
3.3.2 Color de plantas por planta.....	34
3.3.3 Control de plagas.....	36
3.3. Longitud de panícula .....	38
3.3.4 Número de panículas por planta .....	39
3.3.5 Número de espigas por panícula.....	41
3.3.6 Numero de panículas por m <sup>2</sup> .....	43
3.3.7 Número de panículas productivas .....	45
3.3.8 Peso de 1000 granos.....	47
3.4 Análisis económico .....	49

CAPÍTULO 4 .....	53
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
4.1 Conclusiones.....	53
4.2 Recomendaciones .....	54
Referencias .....	56
ANEXOS.....	62

## **ABREVIATURAS**

- ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral
- UNEP Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- OMS Organización Mundial de la Salud
- INEC Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos y Datos
- ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible
- MIP Manejo Integral de Plagas
- ONU Organización de las Naciones Unidas
- ANOVA Análisis de Varianza
- RCB Diseño de Bloques Completamente aleatorizados

## **SIMBOLOGÍA**

m	Metro
mm	Milímetro
cm	Centímetros
C	Concentrado del bioinsecticida a base de Neem
D	Diluido del bioinsecticida a base de Neem
B	Testigo no tratado del diseño experimental
A	Alternativa, bioinsecticidas a base de ajo-cebolla
CO	Insecticida aplicado por la comunidad
B1	Bandeja uno del secador solar
B2	Bandeja dos del secador solar
B3	Bandeja tres del secador solar
$D_{80}$	Diámetro característico con el tamaño de partícula pasante al 80%
g	Gramos
kg	Kilogramos

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Etapas experimentales en el proceso de obtención del bioinsecticida</i> .....	12
Figura 2 .....	12
<i>Etapas experimentales en el proceso de obtención del macerado alterno.</i> .....	12
Figura 3 <i>Comparativo en la elección de las hojas de Neem.</i> .....	13
Figura 4 <i>Proceso resumido de la materia prima</i> .....	14
Figura 5 <i>Secadores de bandejas contruidos en ESPOL</i> .....	15
Figura 6 <i>Esquema del secador de bandejas (Vista isométrica)</i> .....	16
Figura 7 <i>Materia prima para el bioinsecticida alterno al del neem.</i> .....	17
Figura 8 <i>Pesado del ajo (1), cebolla (2), y agua (3) en proporciones iguales. Triturado y mezclado de los ingredientes (4).</i> .....	18
Figura 9 <i>Filtrado (I) y embotellado del macerado (II) del ajo y cebolla.</i> .....	19
Figura 10 <i>Delimitación del área de cultivo de arroz que se utilizó para la aplicación de los bioinsecticidas y estudio del diseño experimental propuesto.</i> .....	20
Figura 11 <i>Cultivo de arroz sobre el cual se desarrolló la aplicación de los bioinsecticidas.</i> .....	21
Figura 12 <i>Medición de datos experimentales.</i> .....	23
Figura 13 <i>Porcentaje de humedad versus el tiempo en días para el secado de las hojas de Neem, por cada uno de los ensayos realizados en las diferentes bandejas</i> .....	29
Figura 14 <i>Porcentaje de pasante en función del diámetro de partícula de tres muestras de hojas Neem trituradas para cada bandeja utilizada en el secador, para cada tamiz (abertura) utilizado en el análisis</i> .....	31
Figura 15 <i>Análisis descriptivo de la altura promedio en centímetros de las plantas y el tiempo en semanas</i> .....	32
Figura 16 <i>Gráfica para el análisis descriptivo para la variable de la coloración de las plantas vs semanas.</i> .....	34
Figura 17 <i>Grafica para el análisis descriptivo para la variable de plagas vivas promedio vs semanas</i> .....	36

Figura 18 <i>Análisis descriptivo para la variable de plagas muertas promedio vs semanas</i> .....	37
Figura 19 <i>Análisis descriptivo de la longitud promedio de panícula y el tiempo en semanas</i> .....	38
Figura 20 <i>Análisis descriptivo para el número promedio de panículas por plantas, y el tiempo en semanas</i> .....	40
Figura 21 <i>Número promedio de espigas por panícula por cada tratamiento aplicado, para cada semana</i> .....	42
Figura 22 <i>Análisis grafico del promedio de panículas por m<sup>2</sup> para cada tratamiento con respecto al tiempo evaluado en semanas</i> .....	44
Figura 23 <i>Gráfica del promedio de las panículas productivas por cada tratamiento empleado, en la cosecha</i> .....	46
Figura 24 <i>Gráfica del peso de 1000 granos por cada tratamiento empleado, en la cosecha</i> .....	48
Figura 25 <i>Precio unitario del saco de arroz cáscara en Ecuador</i> .....	49
Figura 26 <i>Proyección del crecimiento poblacional de la provincia del Guayas</i> .....	50
Figura 27 <i>Flujo de caja proyectado con el uso de pesticidas químicos</i> .....	51
Figura 28 <i>Flujo de caja proyectado con el uso de macerados de Neem y ajo-cebolla</i> .....	52



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Plantas o derivados que sirven como base para la producción de biopesticidas en el control de plagas en diferentes tipos de cultivos</i> .....	7
Tabla 2 Clasificación taxonómica del Neem .....	7
Tabla 3 Coordenadas de los árboles de neem dentro del campus ESPOL .....	13
Tabla 4 Características de los secadores .....	15
Tabla 5 Concentraciones que se aplicó del bioinsecticida a base de Neem .....	22
Tabla 6 Concentraciones que se aplicó del bioinsecticida a base de <i>ajo-cebolla</i> .....	22
Tabla 7 Variables significativas de estudio .....	24
Tabla 8 Resultados para el tratamiento estadístico de la evolución <i>por semanas de la altura de las plantas</i> . .....	33
Tabla 9 Resultados para el tratamiento estadístico de la evolución por semanas de la coloración de las plantas.....	35
Tabla 10 Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas.....	39
Tabla 11 Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de panículas.....	41
Tabla 12 Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de espigas.....	43
Tabla 13 Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de panículas por m <sup>2</sup> .....	45
Tabla 14 <i>Resultados del tratamiento estadístico univariante en la cosecha para el número de panículas productivas</i> .....	47

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

Según la Organización de las Naciones Unidas para el año 2050 la población mundial ascenderá aproximadamente a 9700 millones, por lo que la demanda de producir más alimentos de origen agrícola sería una de las más elevadas. Entonces será determinante tener una mayor producción de granos, cereales, vegetales, frutas, etc. De manera que, esto se ve afectado directamente por la aparición de plagas, que causa una gran pérdida en la cosecha de cualquier tipo de cultivo, y también a la economía de los agricultores (Kilani-Morakchi et al., 2021). Como consecuencia los agricultores han hecho uso de agroquímicos, para mitigar el daño de las plagas. Su uso recurrente ha perjudicado el medio ambiente y la salud de los agricultores. Según la UNEP y la OMS, los plaguicidas son los responsables del envenenamiento de personas, en un aproximado de tres millones por año (Chaudhary et al., 2017).

Los cultivos de arroz en el Ecuador producen 135.009,3 tm de acuerdo con la encuesta de Larrea & Riofrio, (2019). Según Ramírez & Lacasaña, (2001), la agricultura utiliza el 85% de plaguicidas de la producción mundial, el 47% de lo aplicado se dispersa o deposita en el agua, suelo o aire. Siendo así que, prácticamente todos los plaguicidas pueden llegar a ser altamente tóxicos, perjudiciales si se hace un uso repetitivo y constantes de los mismos.

El presente proyecto se llevará a cabo en el recinto de Paipayales, ubicado en el cantón de Santa Lucía de la provincia del Guayas, Ecuador, donde la actividad agrícola, es su principal fuente de ingreso. Destacando el cultivo de arroz, y de vegetales.

Dadas las condiciones climáticas de la zona como lo son la temperatura entre 25°C a 26°C, precipitaciones anuales entre 1000 y 1400 mm, entre otras se ha identificado que la plaga con mayor presencia en los cultivos es la novia de arroz (*Rupella albinela*) (Delgado-Plaza & Peralta-Jaramillo, 2020). Se ha determinado que de aproximadamente 237.685 ha que se pueden llegar a sembrar al año se pierde el 4,56%, es decir, 10.575 ha (Poveda & Andrade, 2018). Por lo que para contrarrestar este tipo de plagas y evitar pérdidas en la producción del cultivo, la asociación de arroceros “Dios con Nosotros”, perteneciente a Paipayales, se han vistos obligados al uso de agroquímicos para el control y eliminación de los diferentes tipos de pestes.

## **1.2 Justificación del problema**

Según el INEC (2014), en Ecuador se aplican biopesticidas a aproximadamente 81.248,36 ha, estas representan solo el 4,23% de todos los cultivos permanentes, y solo el 1,26% de los cultivos transitorios. Sin embargo, para los pesticidas químicos la superficie de uso fue de 1'7664.426. Lo que quiere decir que esto no representa, ni el 20% de agroindustrias que implementan en sus monocultivos un sistema de Manejo Integral de Plagas (MIP). El MIP busca una gestión equilibrada y sostenible al incorporar recursos que impactan en la conservación y protección de otros recursos. Además, considera aspectos socioeconómicos, culturales y ecológicos, promoviendo un enfoque integral y sostenible en el control de plagas (Zepeda, 2017).

Las especies vegetales por sus componentes bioactivos han sido objeto de estudio en estos últimos años, debido que permiten la obtención de macerados orgánicos con beneficios a la salud y al medio ambiente. El Neem es un ejemplo de ello, también conocido como *Azadirachta Indica*, es un árbol originario de Asia, que cuenta con su principal componente que es: *azadiractina A*, aunque también se cuentan con nueve isómeros más como la *azadiractina B*. En conjunto ofrecen propiedades

antifúngicas, antioxidantes, y antibacterianas (Chaudhary et al., 2017). El extracto de ajo y cebolla posee diferentes propiedades, por ejemplo: antimicrobianas, antivirales, antifúngicas, cardioprotectores, antiinflamatorios (Tan et al., 2020).

Además, posee la capacidad de disuadir a los insectos, y se lo considera un pesticida orgánico. La alicina se obtiene del ajo, y debido a su fuerte olor repele el ataque de insectos Rumbidzai & Misheck, (2014), afectando también su desarrollo y crecimiento. Además, es un compuesto biodegradable y no tóxico para especies vegetales (Khalequzzaman & Nahar, 2019). La aplicación de la azadiractina así como la de alicina-quercetina como insecticidas, es una alternativa rentable, y sostenible para el MIP en comunidades rurales como la de Paipayales.

El Neem ayuda a la reforestación, tiene usos medicinales, acondicionador y fertilizantes de suelos, antimalárico y pesticida (Orozco-Sánchez & Rodríguez-Monroy, 2007). La mezcla de ajo y cebolla ofrece beneficios tanto medicinales, reduce el coste de gestión sanitario debido a la inhalación que se puede producir por vapores tóxicos de plaguicidas químicos. Además, los cultivos de ajo y cebolla son fáciles de cultivar en los huertos de cualquier comunidad o familia (Rumbidzai & Misheck, 2014).

La propuesta consiste en elaborar macerados a base del Neem (azadiractina) y otro a base de una mezcla de ajo-cebolla, y su aplicación en los cultivos de arroz del recinto Paipayales-Santa Lucía. Este proyecto puede llegar a la aplicación de los biopesticidas a otros tipos de cultivos en otras comunidades del Ecuador, así como pueda servir como objeto de estudio para verificar su efectividad en una población de insectos diferente a la que se tiene en los cultivos de arroz.

Se desea lograr la sustitución de forma parcial o total de los agroquímicos que sean nocivos, tóxicos, tanto para la salud de los agricultores, así como para el medio ambiente, o en su defecto para los consumidores. Se busca una agricultura sustentable

y sostenible, además de recuperar el suelo fértil que se ha ido deteriorando con el pasar de los años por los diferentes plaguicidas químicos (Gonzalez-Coloma et al., 2013). Todo esto apuntando a los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que promueve la ONU, específicamente los siguientes, de acuerdo con el sector agrícola que se está estudiando:(Naciones Unidas CEPAL, 2019)

- **ODS 2:** Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición y promover la agricultura sostenible.
- **ODS 12:** Garantizar las pautas de consumo y producción sostenible.
- **ODS 15:** Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Elaborar un diseño experimental que permita la evaluación del efecto pesticida y productivo de macerados de productos naturales, a base de Neem, ajo y cebolla, aplicados a cultivos de arroz en la comunidad de Paipayales-Santa Lucía.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Preparar la materia prima (hojas de Neem, ajo y cebolla) para la obtención de macerados que se aplicarán en parcelas experimentales.
- Emplear un cuadro experimental que subdivida parcelas de cultivo de arroz para la cuantificación del efecto de la aplicación de los macerados estudiados.
- Examinar los datos experimentales mediante estadística multifactorial para la identificación de diferencias significativas entre los tratamientos de estudio.

- Analizar la viabilidad económica de los macerados mediante la comparación de su costo de producción y el costo de aplicar agroquímicos convencionales.

## 1.4 Marco teórico

La producción de arroz (*Oryza Sativa L*) es una de las más importantes cuando se habla de granos para el consumo humano, junto con la del trigo y el maíz. En Ecuador, la superficie sembrada de arroz fue de 370.406 ha en el año 2017, siendo Guayas y Los Ríos como las principales provincias que cultivan y cosechan el grano. (Atiaga-Franco et al., 2019).

En Latinoamérica el consumo promedio es de 80 g por persona diarios, siendo Ecuador el país con el segundo mayor consumo por persona diario, con un valor de 123 g (Otero et al., 2020).

El cultivo de arroz puede verse afectado por insectos, bacterias, patógenos que, sin un adecuado control perjudicaría a la producción y economía de los agricultores, así mismo al consumidor por la escasez que se tendría. La “Novia del arroz” (*Rupella albinella cramer*) es una de las plagas que afectan al rendimiento del arroz, disminuyendo la producción entre un 10 al 20% (Carrera, 2019).

La producción de arroz puede controlarse y aumentarse con el uso de insecticidas, pero el uso recurrente de estos puede que conlleve a problemas de salud, ecológicos, y económicos (Ramli Yusof et al., 2018).

### 1.4.1 Plaguicidas

Los plaguicidas se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios. En primer lugar, según el tipo de organismo que se pretende controlar, pueden ser insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, rodenticidas, entre otros. Por otro lado, su clasificación puede realizarse en función del grupo químico del principio

activo, englobando compuestos organofosforados, carbamatos, organoclorados, piretroides, derivados del bupiridilo, triazinas, tiocarbamatos, derivados de ácido fenoxiacético, derivados de la cumarina, derivados de cloronitrofenol, compuestos organomercuriales, y más. También es posible clasificar los plaguicidas según su persistencia en el medio ambiente, dividiéndolos en persistentes, poco persistentes y no persistentes. Finalmente, en términos de su toxicidad aguda, se relacionan principalmente con la toxicidad por vía oral en estudios con ratas y ratones. Esta toxicidad se expresa a menudo como el valor Dosis Letal Media (DL<sub>50</sub>), que representa la cantidad necesaria para causar la muerte del 50% de la población de animales de prueba y se mide en miligramos por kilogramo del peso corporal del animal (Morell Evangelista & Candela Lledó, 1998).

#### **1.4.2 Biopesticidas**

Los biopesticidas son compuestos que se basan específicamente de microorganismos, grasa animal o en su defecto de plantas. Por lo que no son nocivos ni tóxicos para el ambiente, así como para el agricultor y consumidor. Lo que los hace una alternativa viable para el reemplazo de los agroquímicos utilizados en el sector agrícola para el control de plagas (Chaudhary et al., 2017). Presentan una ventaja con respecto a los plaguicidas sintéticos, ya que son específicos para el huésped al que se quiere controlar/retener/eliminar, lo que los ha llevado a ser clave en el programa del MIP (Samada & Tambunan, 2020). El uso y aplicación de agroquímicos en muchos países se ha minimizado debido a los biopesticidas, ya que estos son rentables, fácilmente accesible y más seguros. También, no afectan a la calidad del agua o aire, por lo que se está promoviendo el uso de estos insecticidas orgánicos. Algunas de las plantas o derivados de estas para producir biopesticidas son las siguientes:

**Tabla 1**

*Plantas o derivados que sirven como base para la producción de biopesticidas en el control de plagas en diferentes tipos de cultivos*

<b>Nombre botánico</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Azadiractha Indica</b>	Neem
<b>Curcuma longa</b>	Cúrcuma
<b>Allium Sativum</b>	Ajo
<b>Cinnamomun Verum</b>	Árbol de Canela
<b>Vitex negundo</b>	Sauzagatillo chino

*Fuente:* Bhat et al., (2021).

### 1.4.3 Generalidades Neem

El termino de Neem proviene del sanscrito *Nimba* y era conocido como el curador de todas las enfermedades. Su nombre científico es *Azadirachta indica A. Juss.* Este árbol puede alcanzar una altura máxima de 30 m comúnmente. El neem es cultivado en más de 50 países entre los que destacan Asia, África, India, y en los continentes Centro y América del Sur. Sin embargo, en Norteamérica se han establecido pequeños cultivos (Orozco-Sánchez & Rodríguez-Monroy, 2007).

El árbol de neem pertenece a la familia Meliaceae, de acuerdo con:

**Tabla 2**

*Clasificación taxonómica del Neem*

	<b>Rutales</b>
Orden	
Suborden	Rutiane
Familia	Meliaceae
Subfamilia	Meloioideae
Tribu	Melieae
Genero	Azadirachta
Especie	Indica

*Fuente:* (Biswas et al., 2002).



Las hojas del Neem se encuentran en las extremidades de las ramas compuestas por 7 a 10 foliolos alargados con bordes dentados, son pecioladas, los bordes de las hojas son de forma aserradas, y la longitud de estas están entre 7 a 10 cm de largo, y entre 3 a 4 cm de ancho (Jennifer Mordue & Nisbet, 2000).

El árbol de Indica A. posee alrededor de 30 metabolitos insecticidas, entre estos, la más importante y que da la propiedad insecticida al mismo es el compuesto identificado como azadiractina. Esta actividad afecta de manera significativa en el comportamiento, desarrollo, fisiología de las plagas, por ejemplo, es un excelente inhibidor en el comer para la novia del arroz. Los efectos del neem son combinados, y su grado de acción depende exclusivamente del tipo de plaga (BENAVIDES-O. et al., 2001).

La azadiractina es el compuesto bioactivo que se extrae de las hojas de Neem y su formulación química es  $C_{35}H_{44}O_{16}$ . El compuesto activo del Neem es un poderoso insecticida que afecta al crecimiento, alimentación y reproducción de las plagas. Se conoce que la Azadiractina se presenta con un mayor contenido en las semillas y frutos del Neem, pero considerando que se debe esperar diez años para que el árbol sea productivo y presente frutos dado las condiciones del árbol es muy difícil encontrar frutos (Kilani-Morakchi et al., 2021). Por lo que se requiere una fuente que se pueda tener a primera mano como lo son las hojas.

La azadiractina posee propiedades antivirales, antiinflamatorias, insecticidas. Los bipoesticidas de esta sustancia son poderosos contra plagas presentes en cultivos de arroz, legumbres, maíz, trigo, entre otros. En África se realizaron estudios sobre el potencial de la azadiractina como insecticida contra el gusano cogollero. La tasa de

mortalidad de las larvas es alta entre 15% a 100% después de 12 horas de exposición a los extractos (Tulashie et al., 2021).

Un estudio realizado de los efectos del pesticida a base de Neem aplicados en el arroz para evitar la presencia del saltamontes marrón, dando como resultados una tasa de mortandad del 80% luego de haber sido aplicado el biopesticida. De esta forma, se lo considera eficiente para el control de plagas en arroz (Senthil-Nathan et al., 2009).

### **1.4.3 Extracción del Neem, y ajo-cebolla**

La metodología consiste en: recolección, lavado y molienda de las hojas del Neem, siendo esta primera etapa fundamental para las siguientes que son las de: extracción por maceración y filtración. El secado de las hojas se dará naturalmente mediante la radiación solar, donde la humedad de estas debe ser alrededor de un 12% para que el proceso sea más efectivo, el cual durara entre 3 a 7 días, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar donde sean colocados los secadores empleados. La molienda de las hojas es una etapa crítica, al obtener menores tamaños de partícula, el proceso de maceración es más efectivo (Tulashie et al., 2021).

En el proceso de maceración, la materia prima que se tiene en polvo y seca, se la coloca en un recipiente lavado y seco en conjunto con el solvente. El recipiente debe ser de un material que filtre la luz ultravioleta y no afecte a la calidad del extracto. El periodo de macerado debe ser un máximo de tres días con agitación periódica hasta la materia soluble se haya disuelto (Swami et al., 2008). El uso del solvente puede variar dependiendo del compuesto que se quiera extraer en el caso de la azadiractina puede emplearse metanol o en su defecto agua por la polaridad con la que cuenta (Kurniati et al., 2018).

Un estudio realizado por Ali Al-Shuraym, (2022) se encontró que cultivos de col cercanos a cultivos de ajo y cebolla tenían menos plagas con respecto a otros alejados de estos. El proceso se basa en el pelado, lavado y triturado del ajo y la cebolla. Debido a la fácil adquisición de estos productos es algo replicable y fácil de realizar. Donde el triturado se lo puede realizar con un mortero. El solvente empleado es el agua para tener una mejor dilución y homogenización, donde los componentes deben estar en una proporción 1:1, para obtener un mejor extracto con respecto a otras proporciones, es decir, 50% de ajo 50% de cebolla.

#### **1.4.4 Efectividad del Neem y ajo-cebolla**

Para conocer qué tan efectivo es el plaguicida es importante realizar observaciones cualitativas sobre el estado y forma de las hojas del cultivo (Ramliá Yusof et al., 2018). Las principales variables para un estudio estadístico significativo de los cultivos de arroz son altura de la planta (cm), longitud de panícula (cm), números de panículas/m<sup>2</sup>, número de espigas por panículas, espigas productivas por panícula, peso de 1000 granos (g) y coloración de la hoja (Kamarulzaman et al., 2018). En cuanto a las plagas, se planea usar el número de plagas visibles en cada parcela, contando las vivas, pelusa, muertas y huevos. La pelusa blanca encima de las hojas indica la eclosión de la Novia del arroz, plaga principal que ataca los cultivos de arroz en su etapa embrionaria, debido que son de tipo barrenadoras, se comen la planta, impidiendo que pasen los nutrientes necesarios por esta. Además, también existe la correlación sobre el crecimiento y desarrollo del arroz, por medio del número de hojas, ancho de las hojas, y altura de la planta (Ramliá Yusof et al., 2018).

## **CAPÍTULO 2**

### **2 METODOLOGÍA**

#### **2.1 Materiales y equipos**

##### **2.1.1 Materiales**

- Botellas plásticas ámbar.
- Botellas plásticas de 500 ml.
- flexómetro de 5 m.
- Atomizador de 250 ml.
- Atomizador de 150 ml.
- Atomizador de 80 ml.
- Jarra milimétrica de 1000 ml.
- Matraz volumétrico de 250 ml.
- Cedazo.
- Papel filtro.
- Cinta métrica, de 100 cm.

##### **2.1.2 Equipos**

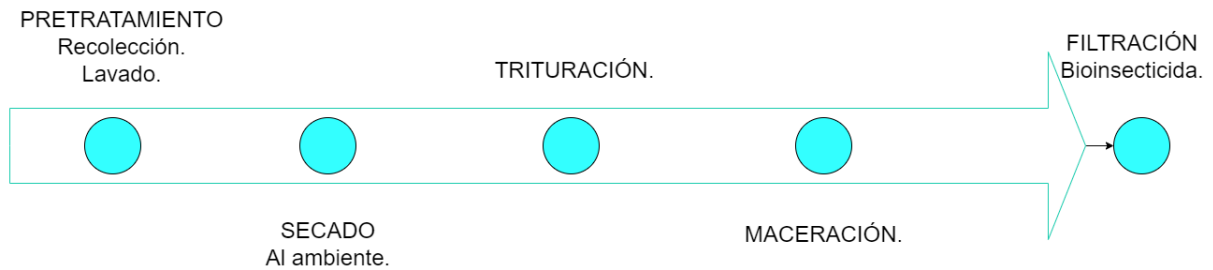
- Balanza digital de cocina, capacidad de 5 kg, precisión  $\pm 1g$ , Camry.
- Licuadora, marca Oster.
- Secador solar.

#### **2.2 Diagrama del proceso de obtención de los extractos acuosos**

Para el proceso de obtención del macerado a base de hojas de Neem se sigue el siguiente procedimiento:

## Figura 1

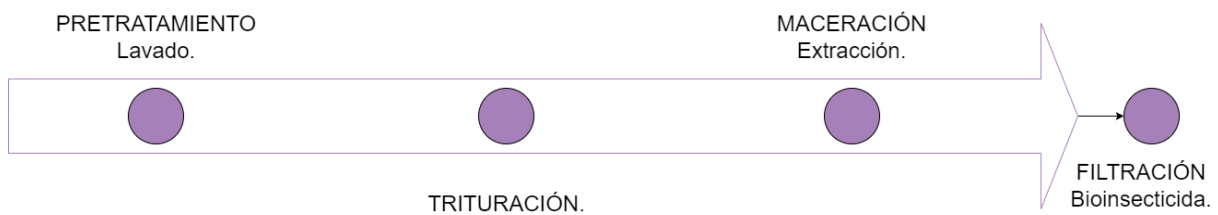
*Etapas experimentales en el proceso de obtención del bioinsecticida*



Para la alternativa, que es el macerado de ajo y cebolla, se sigue un procedimiento similar, adjuntado en la siguiente figura:

## Figura 2

*Etapas experimentales en el proceso de obtención del macerado alterno.*



## 2.3 Pretratamiento de materia prima

### 2.3.1 Hojas de Neem

Las hojas de Neem fueron recolectadas en diferentes partes del campus de ESPOL. Los árboles seleccionados para la recolección fueron aquellos que tenían hojas más verdes, sin perforaciones, ni puntos blancos, y tampoco que hayan estado expuestas al sol directamente.

### Figura 3

Comparativo en la elección de las hojas de Neem.



### Tabla 3

Coordenadas de los árboles de neem dentro del campus ESPOL

Ubicación	1	2	3	4
Coordenadas	614724,40	614926,70	614702,80	615255,50
UTM	9762771,50	9762562,30	9762618,50	9762399,50

*Nota.* Las coordenadas fueron tomadas con la ayuda de la aplicación Google Maps.

Luego de la recolección, se lavó las hojas con agua de llave, se removió el agua con toallas absorbentes, o en su defecto, se las colocaba en una lona hueca agitándolas de un lado a otro. Así, se las colocó sobre lonas perforadas y planas, para el posterior secado al ambiente.

## Figura 4

*Proceso resumido de la materia prima*



RECOLECCION



LIMPIEZA



LAVADO



PESADO

Se construyó un secador de bandejas a partir de materiales reciclables y económicos con el fin que los moradores del recinto Paipayales pueden replicar la estructura. Cada estructura contiene una bandeja perforada y una bandeja lisa, como se observa en la figura 2.3.5. Se empleó dicha distribución para tener una mayor uniformidad en los datos obtenidos, poder comparar el efecto de los macerados de las diferentes bandejas en los cultivos de arroz. Como se observa en la Figura 4 los secadores están cubiertos por lonas impermeables para evitar, primero, el paso de rayos solares debido que la azaradictina indica, componente activo de las hojas de neem con las propiedades deseadas a obtener es termosensible. En segundo lugar, para evitar que las hojas de cada bandeja se vuelen por el viento, en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del presente año se han registrado datos de 14.0



km/h, 13.4 km/h, 14.1 km/h con lo que refiere a la velocidad del viento, respectivamente. Por último, las lonas impermeables evitan el paso de agua.

Las hojas secas son más fáciles de triturar y por ende pueden alcanzar el menor tamaño de partícula posible para realizar una extracción sólido líquido más efectiva.

**Tabla 4**

*Características de los secadores*

<b>Parte del secador</b>	<b>Material</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Estructura</b>	Madera (Palos de escoba)	Altura de 120 cm
<b>Bandejas</b>	Madera	Área de 75 x 75 cm
	Sacos	Altura 6 cm
<b>Cubierta</b>	Plástico negro	150 x 150 cm

**Figura 5**

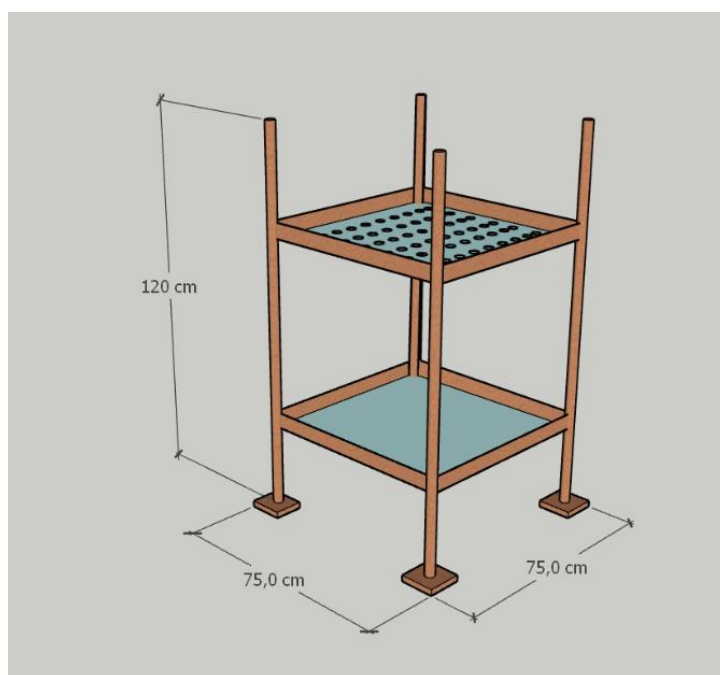
*Secadores de bandejas contruidos en ESPOL*





## Figura 6

*Esquema del secador de bandejas (Vista isométrica)*



### 2.3.2 Preparación del macerado de Neem

Las hojas recolectadas y previamente secadas, las mismas que fueron colocadas en mallas por cada bandeja, donde una vez alcanzado el peso constante, como indicativo de que se había perdido toda la humedad de estas, se procedió al proceso de trituración, donde las hojas por cada bandeja se las pulverizo con una licuadora por separado.

Luego, si el tamaño de la partícula no era el adecuado, se empleaba un mortero para molerlas y obtener una muestra más consistente y uniforme. Recordando que un mejor triturado proporciona una mejor área de contacto, y por ende una mejor extracción. El pesado de la muestra obtenida se lo realizo con una balanza digital, y por consiguiente se pasó al proceso de maceración donde se colocaba en una botella ámbar plástica el material, además de la cantidad de solvente (agua) acorde al peso que se obtenía del triturado. El macerado se lo dejaba reposar por tres días en

refrigeración, evitando contaminación por los cambios de temperatura que se podían dar en el ambiente.

Por último, se realizó el proceso de filtrado el cual se separaba la fase sólida de la líquida, y esta última se guardaba nuevamente en las botellas ámbar evitando así la descomposición que se pudo ocasionar por la luz solar. La filtración siempre se la realizó como máximo un día antes de ir a aplicar el biopesticida en las parcelas experimentales del cultivo de arroz, conservando así la calidad de este.

## 2.4 Ajo y cebolla

El ajo y cebolla se lo pudo adquirir en cualquier supermercado del país a un coste bajo, dado que el proyecto es para la comunidad, es una ventaja ya que su accesibilidad es fácil, o también, se los puede cultivar.

El lavado se efectuó para eliminar cualquier tipo de impurezas como la tierra que puedan tener tanto el ajo como la cebolla. El ajo se lo obtuvo pelado, en caso de que se compró por cabezas debe pelarse primero que todo. También, se debió picar la cebolla en partes facilitando el proceso posterior de trituración.

### Figura 7

*Materia prima para el bioinsecticida alternativo al del neem.*



### 2.4.1 Triturado del ajo y cebolla

Se mezcló en relación 1:1:1 el agua, ajo y cebolla para la extracción de los componentes activos de los vegetales. Estos tres ingredientes se colocaron en una licuadora, y se trituró por 30 s a 1 min. La mezcla que se obtuvo fue grumosa, espesa y de color blanquecino/amarillo.

**Figura 8**

*Pesado del ajo (1), cebolla (2), y agua (3) en proporciones iguales. Triturado y mezclado de los ingredientes (4).*



### 2.4.2 Maceración del ajo y cebolla

La maceración buscó extraer los componentes activos de estos dos vegetales, para el ajo, la alicina, y para la cebolla, la quercetina. La filtración se dio utilizando un cedazo de cocina, este proceso se repitió dos veces por la espuma que se produce en el

proceso de trituración. Una vez filtrado se procedió a embotellar y se dejó reposar por 24 horas.

### Figura 9

*Filtrado (I) y embotellado del macerado (II) del ajo y cebolla.*



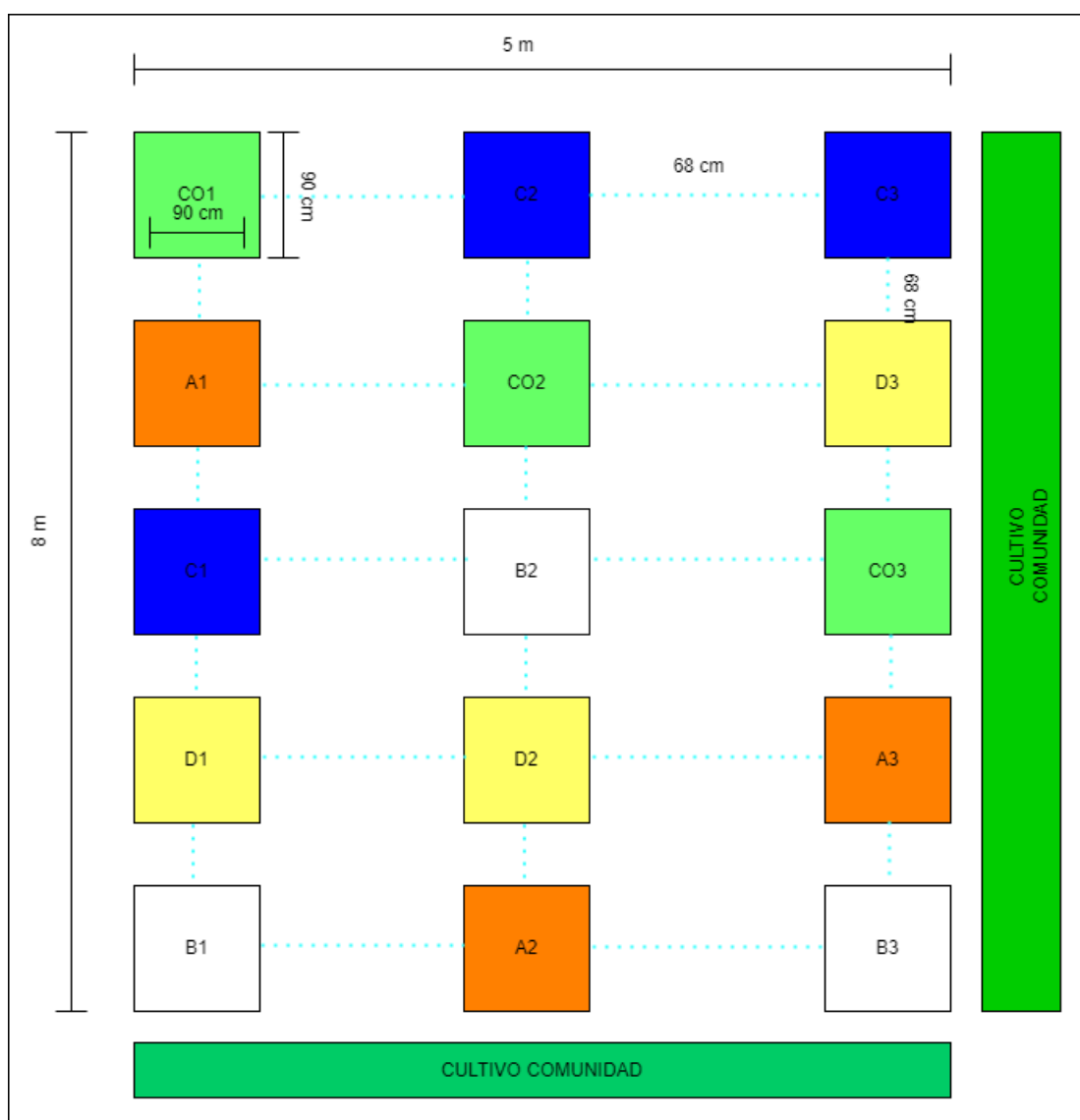
### 2.4 Diseño experimental: Parcelas segmentadas

En la comunidad de Paipayales, se trabajó en un área aproximada de 5x8 m mediante un diseño experimental de parcelas segmentadas. La aplicación de los bioinsecticidas se inició dos semanas después de sembrado el arroz. Esto dado que los macerados actúan de manera efectiva antes de la aparición de cualquier tipo de plagas. La cantidad de parcelas que se designó fue un total de 15 ubicadas en 3 columnas y 5 filas, cada una de aproximadamente 90 cm<sup>2</sup>, y un espacio entre cada una de estos de 68 cm. Se trabajó con 6 soluciones de Neem: 3 concentradas y 3 diluidas. Para la

alternativa, el macerado a partir del ajo y cebolla, se designó 3 parcelas, para el insecticida aplicado por la comunidad 3 parcelas, y finalmente 3 parcelas que se las denominó “Blancos”, debido a que en estas no se iba a aplicar ningún tratamiento en específico. Esto se puede observar en la *Figura 2.4.3*.

**Figura 10**

*Delimitación del área de cultivo de arroz que se utilizó para la aplicación de los bioinsecticidas y estudio del diseño experimental propuesto.*



*Nota.* Las parcelas CO1, CO2, CO3, fueron reubicadas en el área denominada como “CULTIVO COMUNIDAD”.



### 2.4.1 Aplicación de los bioinsecticidas

El extracto de neem se aplicó en dos diferentes concentraciones según Subramanian et al., (2019), donde muestran valores teóricos de referencia, para una solución diluida y concentrada, a partir de estos se realizó las concentraciones expuestas en la tabla 5. Para el extracto de ajo-cebolla, la solución aplicada fue concentrada para cada una de las parcelas, referenciando las proporciones estimadas según Ali Al-Shuraym, (2022). En las siguientes tablas se muestran el tipo de preparado y la relación masa-solvente para cada uno de los macerados que se obtuvieron.

**Figura 11** *Cultivo de arroz sobre el cual se desarrolló la aplicación de los bioinsecticidas.*



**Tabla 5***Concentraciones que se aplicó del bioinsecticida a base de Neem*

<b>Macerado</b>	<b>Tipo de preparado</b>	<b>Relación masa/solvente</b>	<b>Cantidad de solución aplicada en las parcelas.</b>
<b>Neem</b>	Concentrado	20g/200 mL	75 mL de extracto.
	Diluido	1g/1 mL	70 mL de solución.

**Tabla 6***Concentraciones que se aplicó del bioinsecticida a base de ajo-cebolla*

<b>Macerado</b>	<b>Tipo de preparado</b>	<b>Relación masa/solvente</b>	<b>Cantidad de solución aplicada en las parcelas.</b>
<b>Ajo-cebolla</b>	Concentrado	1:1	80 mL de extracto.

El campo proporcionado para el estudio fue delimitado según la figura 11 Las cuales se clasificaron con la letra “C” como las parcelas donde se aplicó el concentrado a base de hojas neem, con la letra “D” las parcelas donde se empleó el diluido de las hojas de neem. Con la letra “B” las parcelas que no contaron con ningún tipo de tratamiento. Para la aplicación del macerado de ajo-cebolla se escogió las parcelas la letra “A”, y finalmente con la silaba “CO” donde no se aplicó ningún tratamiento ni medición. En base a este diseño experimental se midió las variables

agropecuarias y se estudió los datos que se obtuvieron a partir de esto, mediante el análisis estadístico respectivo.

La toma de datos de acuerdo con el diseño experimental planteado (Figura 11), se dio de la siguiente manera:

- Se observó y conto plagas sin entrar en el área designada del diseño experimental.
- Se midió las variables establecidas para cada una de las parcelas experimentales.
- Si se hallaba maleza dentro de cada una de las parcelas, se procedió a remover cada una de ellas desde la raíz.
- Se aplicó los bioinsecticidas en cada una de las parcelas.
- Finalmente, se salió del área establecida donde se aplicó el diseño.
- Este proceso se repitió aproximadamente por 13 semanas.

## **Figura 12**

*Medición de datos experimentales.*





## 2.4.2 Efectividad del cultivo

La efectividad del cultivo se midió a través de las variables de estudio agroproductivas como: altura de la planta, numero de panículas y observaciones cualitativas como: color de hojas y presencia de plagas o maleza (Hurtado et al., 2020; Ortiz & López, 2011). Estas que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Variables significativas de estudio*

<b>Código</b>	<b>Variables</b>
<b>V1</b>	Altura de la planta (cm)
<b>V2</b>	Coloración
<b>V3</b>	Control de plagas
<b>V4</b>	Observaciones generales
<b>V5</b>	Longitud de panícula
<b>V6</b>	Número Panículas x planta (5 plantas al azar)
<b>V7</b>	Número Espigas x panícula (3 panículas)
<b>V8</b>	Panículas x m <sup>2</sup>
<b>V9</b>	Panículas productivas por parcela
<b>V10</b>	Peso de 1000 granos (g)

- **V1: Mediciones de Altura de la Planta (cm):**

Se realizaron mediciones de la altura de las plantas desde la base hasta el extremo superior utilizando una cinta métrica.

- **V2: Evaluación de Coloración:**

Se observó la coloración de las hojas, donde los cambios de color de las plantas como amarillamiento, decoloración o manchas, clasificándolas según la escala de color obtenida, siendo 1 más amarilla y 8 más verde.

Según la técnica desarrollada por el Servicio Cooperativo de Extensión de la Universidad de California para mejorar y estandarizar los colores TTC se empleó una figura de paneles plásticos de tintes de color verde amarillo al verde oscuro tal como se apreció en la figura del Anexo A4. Con esta escala se midió el color de las plantas en las diferentes parcelas experimentales, tomando el verde amarillento como 1 y el verde más oscuro como 8, a partir de la semana 3. En las primeras semanas se media cualitativamente el color de las plantas, colocando como observaciones el color cualitativo de plantas.

- **V3: Control de Plagas:**

Se realizaron evaluaciones regulares de plagas utilizando métodos visuales. Además, se registró la presencia de plagas, su tipo y nivel de infestación en cada parcela.

Para las plagas vivas, las observaciones se realizaban fuera de los cuadros experimentales, ya que al ingresar a las parcelas el movimiento que se causa dispersa las plagas que se encuentran en dicho momento, variando significativamente los datos tabulados.

Para las plagas muertas, las observaciones se realizaron dentro de los cuadros de estudio, ya que las muertas suelen estar en el lodo, lo que dificulta su observación

desde fuera. Se contaban los restos de la plaga, como las alas, como un insecto muerto y se lo anotaba.

- **V4: Observaciones Generales:**

Las observaciones no fueron cuantificadas, son aspectos y cambios generales observadas en las plantas del cultivo de arroz. Se registró observaciones relacionadas con el desarrollo general de las plantas, como la aparición de flores, la formación de espigas y la resistencia a condiciones adversas.

En cada cuadro experimental se retiraron las malezas manualmente, para que no interfirieran en el crecimiento óptimo de las plantas. En los cuadros que no se las retiró, estas crecieron más que los cultivos, desplazándolos y deformando su crecimiento

- **V5: Longitud de Panícula:**

Se midió la longitud de varias panículas seleccionadas al azar en diferentes momentos del ciclo de crecimiento. Los datos fueron tomados a partir de la octava semana, ya que a partir de esta fecha se evidenció el brote de panículas en las parcelas experimentales.

- **V6: Número de Panículas por Planta:**

Se seleccionó cinco plantas al azar en cada parcela y se contó el número total de panículas. Se calculó un promedio para obtener una medida representativa. Esta variable se midió cuando aparecieron panículas en los terrenos de arroz. Los datos obtenidos para esta variable fueron tomados desde la semana 7 desde el cultivo, hasta la semana 15 en la cosecha.

- **V7: Número de Espigas por Panícula:**

Se escogieron tres panículas representativas en cada parcela y se contó el número de espigas en cada una. Se evaluó la capacidad de la planta para desarrollar espigas y su calidad. Esta variable se midió cuando aparecieron panículas en los terrenos de arroz.

- **V8: Panícula por m<sup>2</sup>:**

Se dividió cada parcela en áreas representativas y se contó el número total de panículas en un metro cuadrado. Se analizó la densidad de panículas para entender la distribución espacial del cultivo. Esta variable se midió cuando aparecieron panículas en los terrenos de arroz. Para esta variable los datos se evaluaron desde la semana 8, fecha de aparición de las primeras panículas.

- **V9: Panículas productivas por parcela:**

Se inspeccionó cada panícula seleccionada y se contó el número de estas que habían desarrollado granos productivos. Este dato proporcionó información crucial sobre la capacidad reproductiva de las plantas. Esta variable se tomó una vez que el arroz estuvo por cosecharse.

- **V10: Peso de 1000 granos (g):**

Se tomaron muestras aleatorias de granos de cada parcela y se pesaron exactamente 1000 granos. Este valor fue un indicador clave de la calidad del grano y su peso específico. Esta variable se tomó una vez que el arroz estuvo por cosecharse.

## **2.5 Análisis estadístico**

Para el tratamiento estadístico de los datos experimentales que se obtuvo se aplicó un diseño de bloques aleatorizados (RCB). Los tratamientos se asignaron aleatoriamente una vez en cada bloque (no hay interacción entre factores). El propósito de subdividir experimentos en bloques es eliminar tanta variabilidad como sea posible,

es decir, reducir el error experimental o la variabilidad debida a causas externas. El objetivo como tal de este experimento es probar la igualdad de niveles (en este proyecto las diferentes parcelas) para el efecto del tratamiento (Neem, Alternativa, Comunidad, Blanco). Aunque para el diseño propuesto, el interés fue por probar una diferencia entre bloques (Ramachandran & Tsokos, 2015).

El ANOVA estudia la influencia que tiene una o más factores (variables categóricas) sobre una variable de respuesta (variable continua). Hay dos clases de ANOVA, el unifactorial (un factor) y el multifactorial (varios factores). Hay que tener en cuenta los factores significativos, es decir, que variables afectan o tienen influencia a la variable de respuesta. El ANOVA también se distingue entre modelos de efectos fijos o efectos aleatorios; el primero se basa en que los factores están fijados desde el inicio, el segundo en que los factores se van extrayendo de manera aleatoria de un conjunto más amplio de niveles. También, se consideró los diseños que se clasifican en: completamente aleatorizados, donde las unidades experimentales son homogéneas y la asignación de los distintos tratamientos se los hace de forma aleatoria; y bloques completamente aleatorizados, en el cual se deben formar grupos homogéneos y se le asignan a cada uno de ellos todos los tratamientos (Mishra et al., 2019).

## **2.6 Análisis económico**

Este fue obtenido en base a los rendimientos (efectividad del cultivo) y los costos en la obtención y aplicación de los bioinsecticidas, que se empleó para llevar a cabo el diseño experimental. Donde el costo de los tratamientos y la productividad fue comparado con las de cosechas anteriores que emplean agroquímicos.

## CAPITULO 3

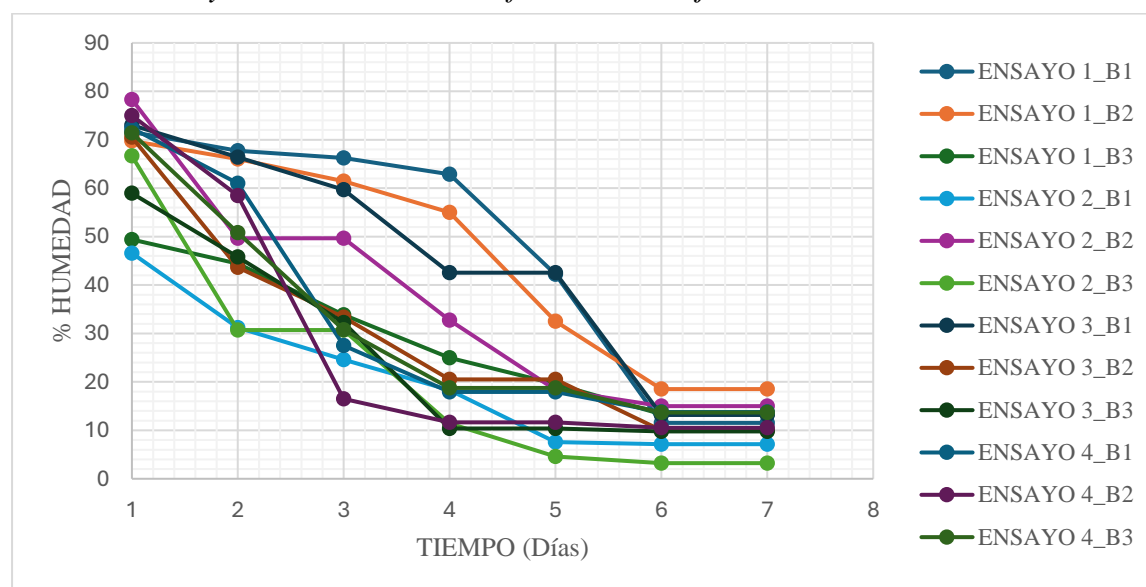
### 3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

#### 3.1 Secado

El secado de las hojas de Neem se dió durante un promedio de 6 días, se observa en la *Figura 13* que durante los primeros tres días se perdió la mayor cantidad de agua superficial, mientras que en los posteriores (periodo de velocidad decreciente) comienza a estabilizarse hasta que el peso se mantiene constante. Las curvas de secado difieren entre sí, debido a que en cada bandeja utilizada (B1, B2, B3), para los secadores solares (2), la masa de hojas era diferente. Otro factor que influyó en el secado, y que una bandeja pierda más humedad que la otra, es que se tenían bandejas perforadas y llanas. Donde, en las perforadas tienen una mayor área de contacto entre las fases sólida (hojas), y gaseosa (aire del ambiente), por lo que la velocidad de secado es mayor (Geankoplis, 2006).

**Figura 13**

*Porcentaje de humedad versus el tiempo en días para el secado de las hojas de Neem, por cada uno de los ensayos realizados en las diferentes bandejas*



En los apéndices B1, B2, B3 y B4, se muestran los datos de humedad recopilados por cada ensayo de secado realizado. Un factor más que influye en que el contenido de humedad al final del secado (peso constante de las hojas), es el clima, ya que se tuvo días con temperaturas mayor a 35°C y humedad relativa del 33%. Esto se puede apreciar en la Figura 14 para el ensayo 2 y ensayo 3, donde el contenido de humedad es menor con respecto a las otras curvas. En cambio, hubo días donde la temperatura del ambiente se encontraba en 28°C y el contenido de humedad en 68%, de acuerdo con la gráfica mencionada se presencié esto en las bandejas del ensayo 1.

Según, Otazu Larrosoña, (2010) para determinar el tiempo de secado se debe llegar a un contenido de humedad del 14%. En la *figura 13* se puede apreciar que en el día siete para los cuatro ensayos se tenía un valor igual o menor al indicado, en la mayoría de los lotes. Este valor también sirve para controlar el proceso y evitar la presencia de hongos o microorganismos en las hojas.

### **3.2 Análisis granulométrico**

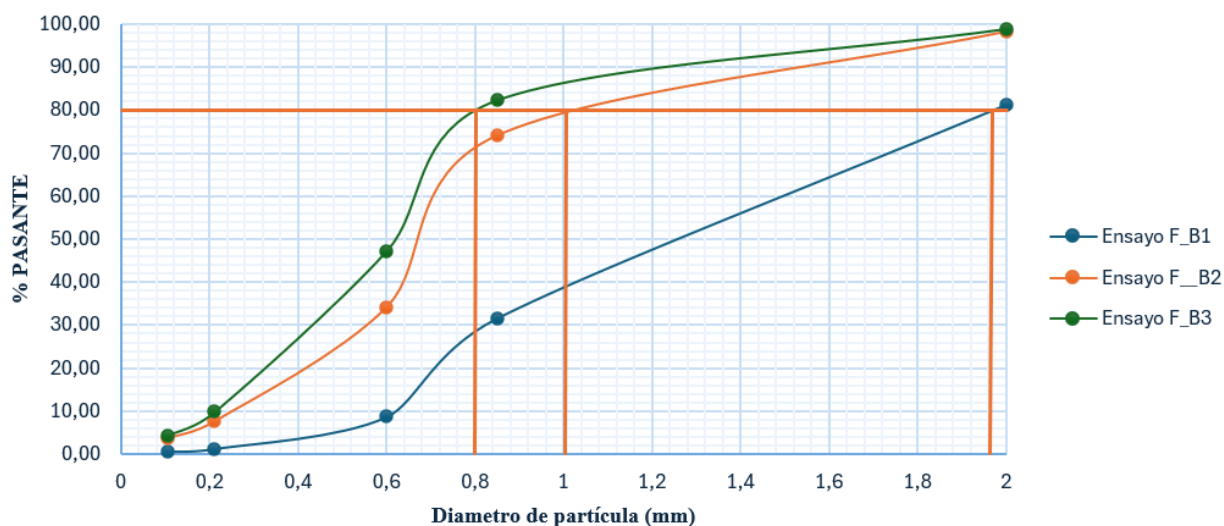
El análisis granulométrico se realizó para determinar el tamaño de la partícula de las hojas de Neem trituradas, ya que es de suma importancia para el proceso posterior, la maceración. Los tamices utilizados para el ensayo se especifican en el Apéndice B5. El diámetro que se debe considerar para obtener una mayor cantidad de extracto de las hojas debe ser entre 0.425 mm y 0.710 mm, utilizando como solvente etanol. De acuerdo con la *Figura 14*, los resultados de la granulometría para un pasante de  $D_{80}$ , de las muestras de las bandejas B1, B2 y B3 se encuentran entre 1,95 mm y 0,800 mm, es decir, por encima del rango especificado. Sin embargo, Subramanian et al., (2019) menciona que la cantidad de extracto también depende de

la humedad del triturado, el solvente utilizado (en este proyecto, fue agua de grifo), y tiempo de extracción.

Por lo que los resultados obtenidos, se vieron influenciados por el tiempo de triturado, así como la potencia del equipo empleado (licuadora), lo que pudo haber afectado al tamaño de la partícula. Se debe enfatizar que la muestra de la B1 utilizada para el análisis contenía partículas más grandes con respecto a las otras, esto se ve reflejado en la figura 29, donde para el tamiz de 2 mm de abertura, solo llega a un porcentaje de un poco más del 80%, es decir, que el 20% aproximadamente se quedó retenido en el tamiz n°10.

**Figura 14**

*Porcentaje de pasante en función del diámetro de partícula de tres muestras de hojas Neem trituradas para cada bandeja utilizada en el secador, para cada tamiz (abertura) utilizado en el análisis*



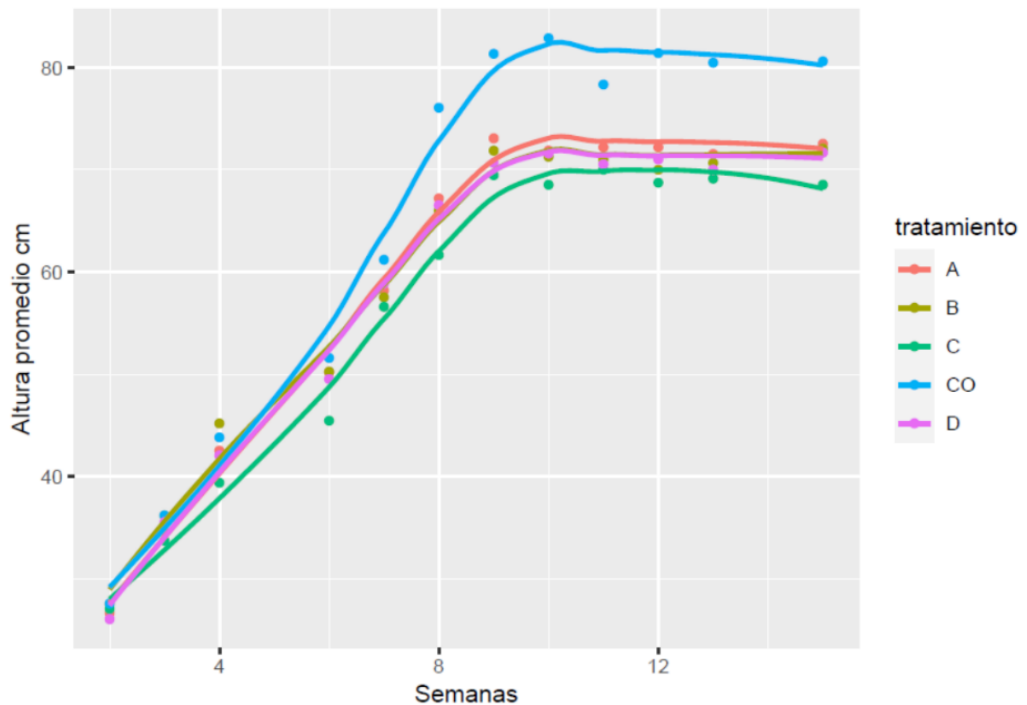


### 3.3 Análisis descriptivo y tratamiento estadístico

#### 3.3.1 Altura promedio de las plantas

**Figura 15**

*Análisis descriptivo de la altura promedio en centímetros de las plantas y el tiempo en semanas*



La altura de las plantas de arroz es una variable fundamental para analizar la calidad del arroz. Una altura adecuada facilita la cosecha manual o mecánica, además de influir en la resistencia al viento y la capacidad para soportar enfermedades. Un arroz que crece más tiene la ventaja física sobre el resto de las plantas y sobre la maleza que crece alrededor para absorber la luz solar.

El ciclo de crecimiento en los cultivos de arroz se divide en periodos vegetativo, reproductivo y de maduración, este último iniciando alrededor de las 12 semanas. La *Figura 15* indica una tendencia creciente hasta llegar a la semana 11, donde esta empieza a ser constante debido que empezó su maduración, hasta que las plantas estén listas, alrededor de 5 semanas más tarde (Kogut, 2023).

El tratamiento “CO” representó la mayor altura promedio esto se debe al uso de nitrógeno (N), los agricultores agregaron 20 kilogramos de N en los tiempos designados, en cambio para los cuadros experimentales se agregó tarde y en menor proporción el N, alrededor de 1 kilogramo de nitrógeno alrededor de la semana 8. El nitrógeno es fundamental para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas, ya que forman parte de varios procesos biológicos internos (Dobermann & Fairhurst, 2005).

La principal observación registrada fue la presencia de maleza en los diversos cuadros experimentales, esto es un problema para el cultivo de arroz debido que compiten por nutrientes y agua, opacan la luz solar que deben recibir las plantas, ya que crecen más rápido y llegan a una mayor altura que las plantas.

**Tabla 8**

*Resultados para el tratamiento estadístico de la evolución por semanas de la altura de las plantas.*

	<b>Estimado</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>
<b>Tratamiento B</b>	-0,2667	1,8721	-0,142
<b>Tratamiento C</b>	-2,8722	1,8721	-1,534
<b>Tratamiento CO</b>	5,7250	1,8721	3,058
<b>Tratamiento D</b>	-0,7278	1,8721	-0,389

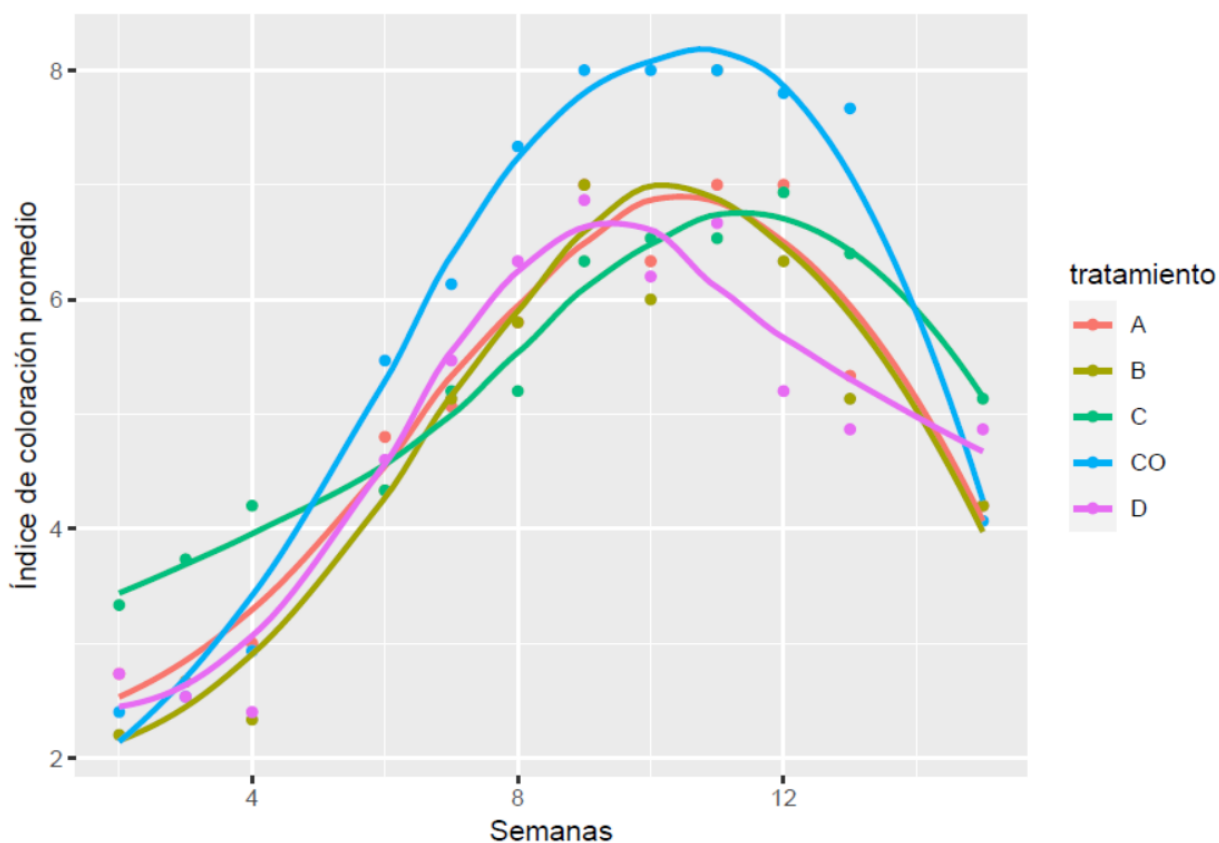
Según los resultados de la estadística multifactorial efectuados en la variable se obtuvo un valor t de 3.058 para el tratamiento “CO”, y un valor p de 0.0001073, por lo que existe una diferencia significativa de la altura promedio de este tratamiento

con respecto al resto de los tratamientos. Para los demás casos, no hay una diferencia significativa con respecto a la altura promedio.

### 3.3.2 Color de plantas por planta

**Figura 16**

*Gráfica para el análisis descriptivo para la variable de la coloración de las plantas vs semanas*



Un color verde vibrante y saludable en las plantaciones de arroz se asocia con un buen estado de salud y crecimiento vigoroso. La clorofila es la principal responsable del color verde de las plantas, además de ser clave en la fotosíntesis. La cantidad de nitrógeno influye en el número de clorofilas presentes, como sugiere (Castillo & Ligarreto, 2010), el cual establece que existe una correlación ( $r^2$ ) del 0,96 entre el nitrógeno foliar y el índice del verdor del clorofilometro en los pastos de

maíz. En base a este dato, se entiende que el tratamiento “CO” obtuviera un mayor índice de coloración, tal como se observa en la *Figura 17*.

Según la *Figura 16* la coloración a partir de la semana 12 empieza a decaer hasta el día de la cosecha, debido que comienza el periodo de maduración de las plantas, por lo que estas empiezan a canalizar los nutrientes hacia los granos en desarrollo, provocando una pérdida de color en las hojas (Witt et al., 2005).

Una observación interesante fue la presencia de mancha negras en los cultivos de los cuadros con el tratamiento “A”, donde se aplicaba la combinación de ajo y cebollas. A medida que pasaban las semanas las manchas persistían, a pesar de las lluvias y cambios climáticos en el sector.

**Tabla 9**

*Resultados para el tratamiento estadístico de la evolución por semanas de la coloración de las plantas*

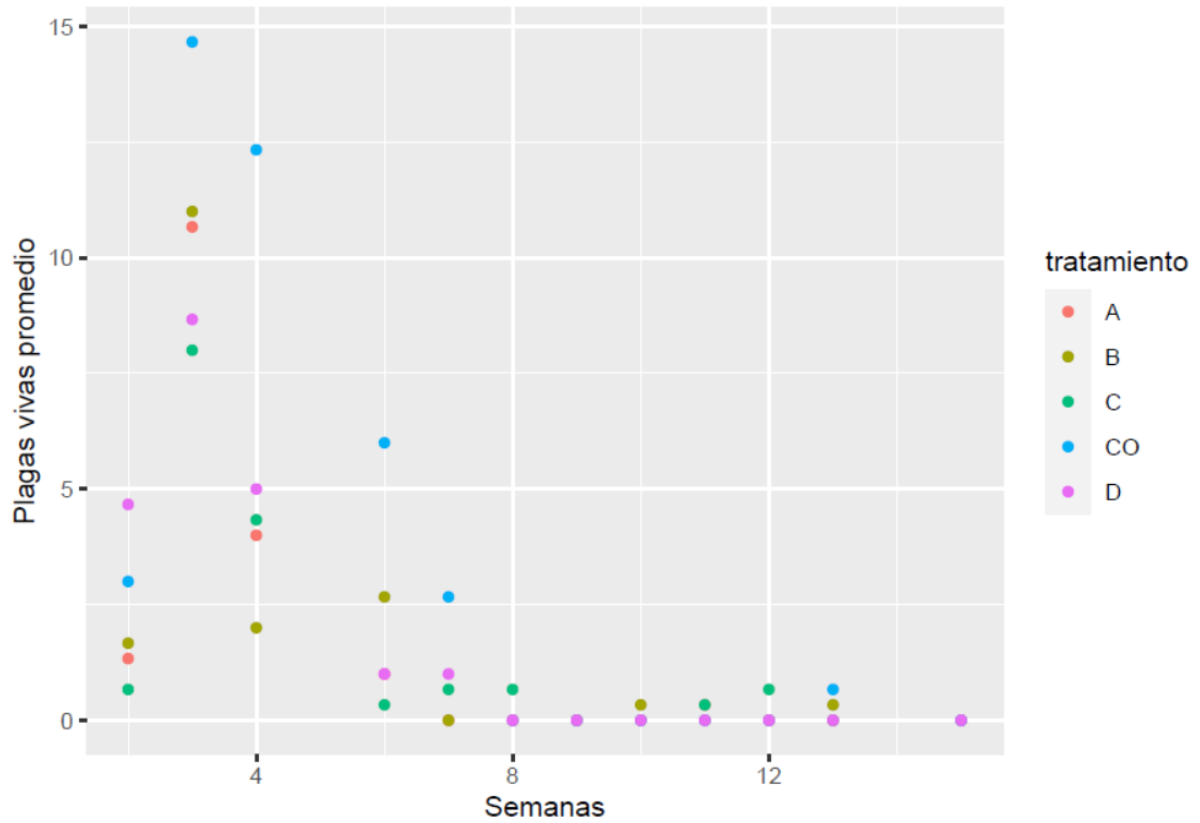
	<b>Estimado</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>
<b>Tratamiento B</b>	-0.15000	0.34765	0.431
<b>Tratamiento C</b>	0.24444	0.34765	0.703
<b>Tratamiento CO</b>	0.78333	0.34765	2.253
<b>Tratamiento D</b>	-0.18333	0.34765	-0.527

Analizando los valores de la Tabla 9, únicamente se obtuvo una diferencia leve para el tratamiento CO con respecto al resto con un valor t de 2.253 y un valor p de 0.033139. Analizando los valores t y p para los demás tratamientos no se logra identificar diferencia estadística.

### 3.3.3 Control de plagas

**Figura 17**

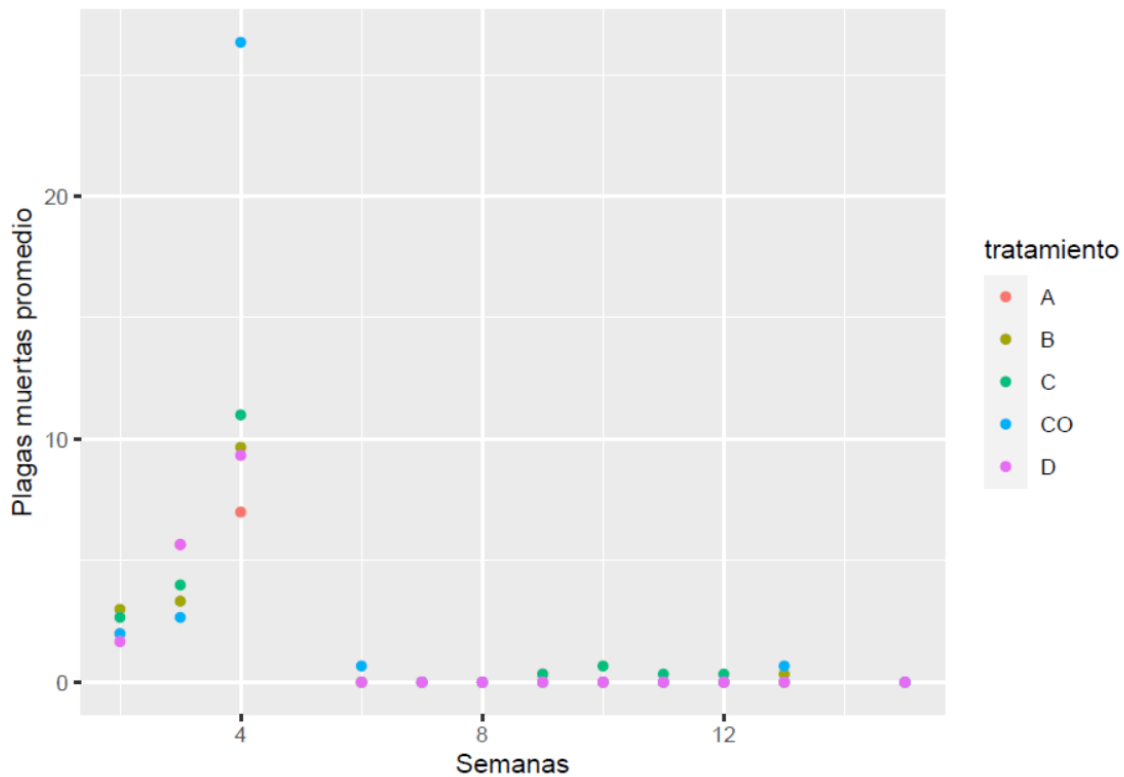
*Grafica para el análisis descriptivo para la variable de plagas vivas promedio vs semanas*



La *Figura 17* muestra las plagas vivas en parcelas con diferentes tratamientos. Las observaciones se realizaron antes de entrar a las parcelas experimentales para evitar la dispersión de plagas. El tratamiento CO tuvo un mayor promedio de plagas vivas, especialmente la "novia del arroz" o "mosca blanca del arroz. El pico de plagas vivas ocurre entre las semanas 3 y 4 de la experimentación.

**Figura 18**

*Análisis descriptivo para la variable de plagas muertas promedio vs semanas*



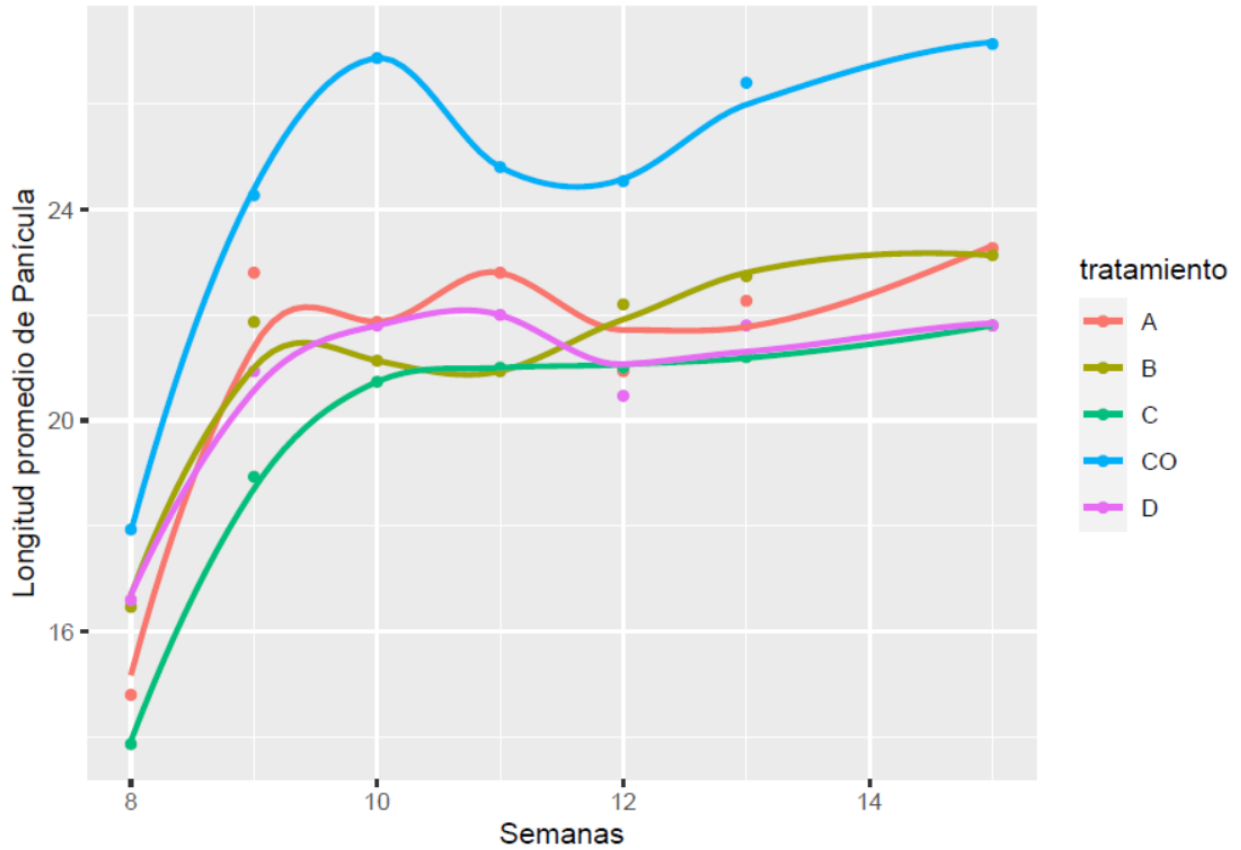
La mayor incidencia de plagas muertas ocurrió en el tratamiento “CO” en la semana 4 y a partir de la semana 6 en la *Figura 18* se observa una disminución significativa de las plagas muertas en los cuadros experimentales.

Otra observación importante fue la presencia de arañas y libélulas a lo largo de las semanas de estudio. Las libélulas son inertes, no aportan ni perjudican a los cultivos, en cambio las arañas son beneficiosas, debido que las se comen a las plagas aladañas. Con el transcurso de las semanas y la disminución en el número de plagas, la presencia de arañas e insectos se volvió menos frecuente.

### 3.3.4 Longitud de panícula

Figura 19

Análisis descriptivo de la longitud promedio de panícula y el tiempo en semanas



De la Figura 19 se observa que el tratamiento “CO” tuvo un mayor promedio en altura de panícula con respecto al resto de tratamientos, llegando en su punto máximo en la semana 10.

La falta de altura de las panículas en los cuadros de aplicación de los macerados hace referencia a la escasez de nitrógeno en el suelo, tal como se observó en las variables de altura y coloración.

**Tabla 10***Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas*

	<b>Estimado</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>
<b>Tratamiento B</b>	-0.0381	1.3121	-0.029
<b>Tratamiento C</b>	-1.4571	1.3121	-1.110
<b>Tratamiento CO</b>	3.3143	1.3121	2.526
<b>Tratamiento D</b>	-0.4762	1.3121	-0.363

En la Tabla 10 se observa que el valor t para el tratamiento CO es de 2.526 y un valor p de 0.004554, por lo que existe una diferencia significativa entre la longitud de la panícula en comparación con el resto de los tratamientos. Las otras parcelas no presentaron diferencia significativa con respecto a las alturas medidas.

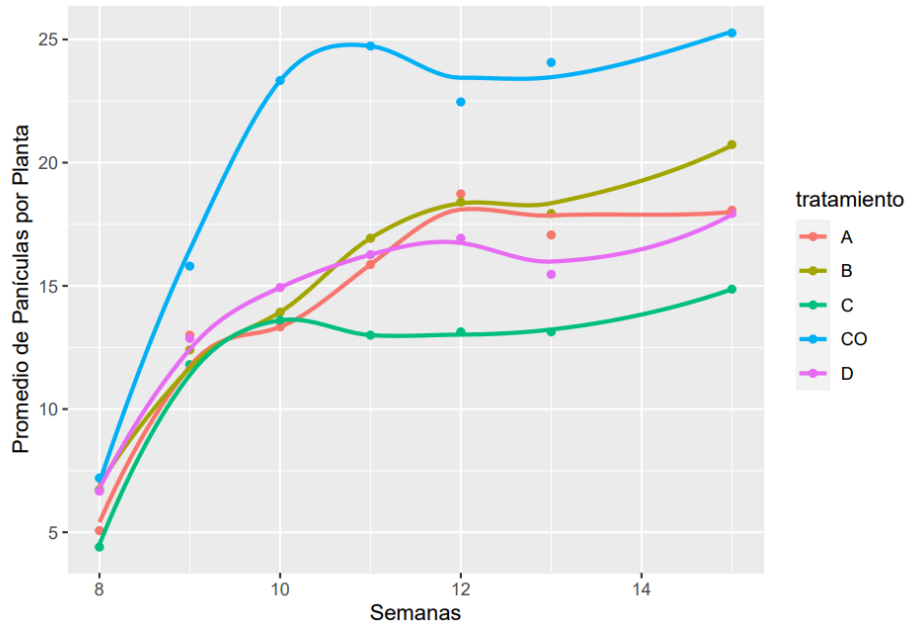
### 3.3.4 Número de panículas por planta

La *Figura 20* muestra el aumento del número promedio de panículas con el tiempo para distintos tratamientos. El tratamiento CO, representando el uso de insecticida sintético, exhibe el mayor número de panículas, como era de esperar. En comparación, el tratamiento C registra la menor cantidad, posiblemente afectado por la variabilidad en la cantidad de plantas, fertilizante y la disposición del terreno no homogéneo, con zonas más secas y suelos menos profundos con respecto a otras parcelas como las B1, B3 y A3. Lo que se evidenció luego, que donde se tenía el suelo más profundo y húmedo; el número de panículas era mayor (Ortiz & López, 2011).



**Figura 20**

*Análisis descriptivo para el número promedio de panículas por plantas, y el tiempo en semanas*



Se realizó un ANOVA univariante, se determinó que el tiempo no influye en la efectividad de los tratamientos. Por otro lado, si hubo una diferencia entre los tratamientos, que fue a favor del CO, esto según la *Tabla 13*, con un valor de t de 2,764, lo que significa que este tiene un promedio mayor de panículas con respecto al resto. Con respecto a los otros tratamientos no existe una diferencia significativa, en base al estadístico F (que compara las medias entre los grupos, y si existe una diferencia significativa entre estos), representado por el valor p, que fue de 0,0023.

**Tabla 11**

*Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de panículas*

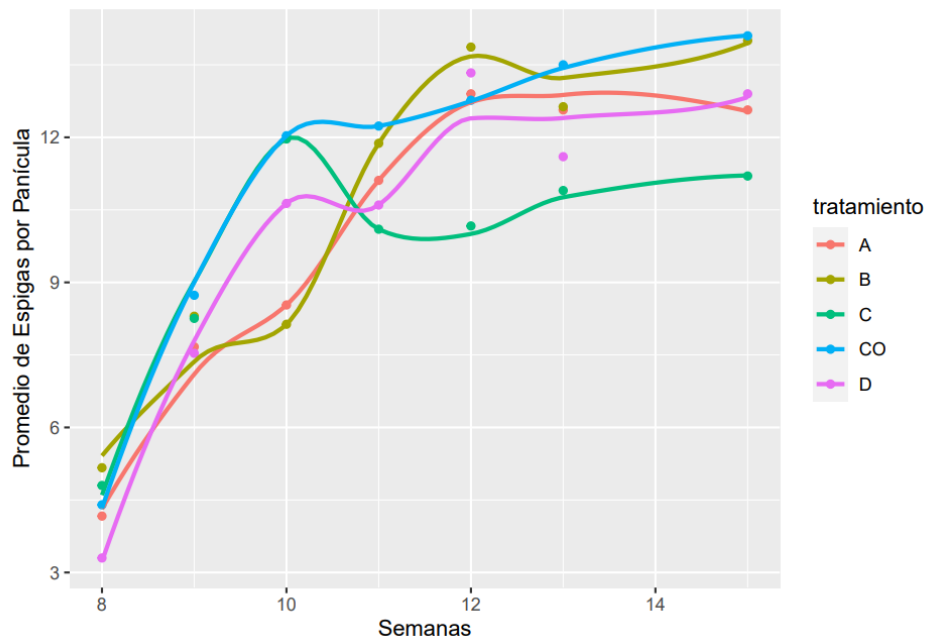
	<b>Estimado</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>
<b>Tratamiento B</b>	0,847619	2,156786	0,393
<b>Tratamiento C</b>	-2,457143	2,156786	-1,139
<b>Tratamiento CO</b>	5,961905	2,156786	2,764
<b>Tratamiento D</b>	-0,009524	2,156786	-0,004

### 3.3.5 Número de espigas por panícula

La *Figura 21* presenta que el mayor número y el menor número de espigas se dan para el tratamiento CO y C respectivamente. Además, analizando la tendencia que se presenta en dicha figura existe una evolución del número de espigas con el pasar del tiempo. También se aprecia que el tratamiento B, que fue el de control, llegó a un número de espigas igual que el CO, considerando únicamente la última semana. Esto debido que las parcelas de control estaban delimitadas al lado del cultivo de la comunidad (específicamente B3 Y B1), donde pudieron absorber nutrientes y fertilizante.

**Figura 21**

*Número promedio de espigas por panícula por cada tratamiento aplicado, para cada semana*



No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, indicado por un valor p de 0,1537, según la *Tabla 12*. Los tratamientos C y D no afectan negativamente la producción de arroz. Aunque no hay interacción significativa entre los estos en las semanas, la relación entre el número de espigas y panículas es crucial. Estudios anteriores, como el efecto de la ceniza azucarera, resaltan que los aportes de macro y micronutrientes afectan directamente el rendimiento de espigas en el arroz (Reyes et al., 2019).

**Tabla 12**

*Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de espigas*

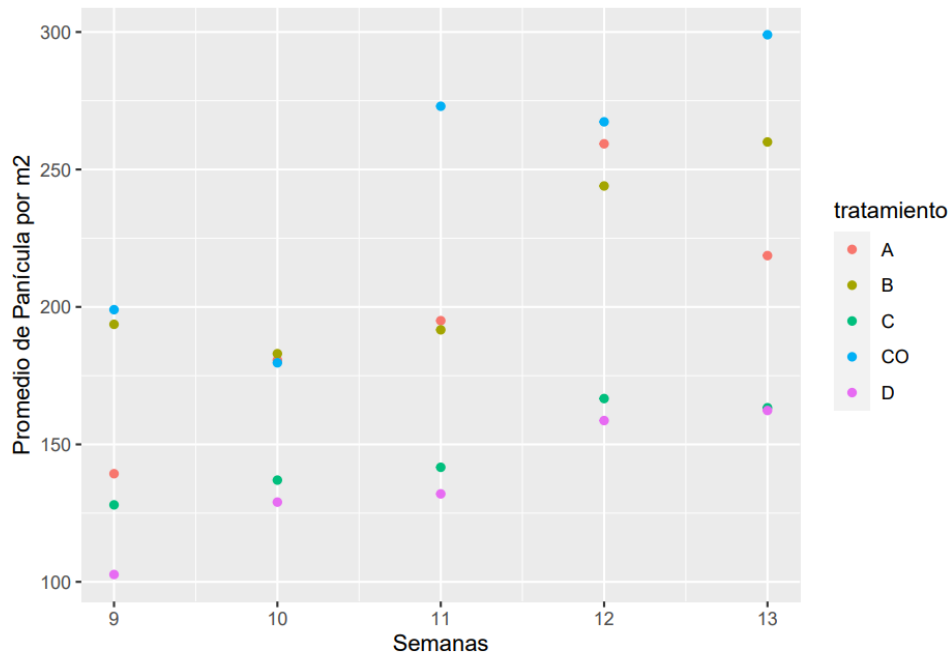
	<b>Chisq</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento B</b>	6,6815	0,1537
<b>Tratamiento C</b>	6,6815	0,1537
<b>Tratamiento CO</b>	6,6815	0,1537
<b>Tratamiento D</b>	6,6815	0,1537

### **3.3.6 Numero de panículas por m<sup>2</sup>**

Según la *Figura 22*, se observa que en las semanas 11 y 13 los datos para el tratamiento CO, se mantienen más dispersos con respecto a los otros. Sin embargo, también se puede apreciar una tendencia para cada uno de los tratamientos, que es el aumento de panículas/m<sup>2</sup> con el pasar de las semanas.

**Figura 22**

*Análisis gráfico del promedio de panículas por m<sup>2</sup> para cada tratamiento con respecto al tiempo evaluado en semanas*



El tratamiento no muestra relación con la evolución de las panículas por m<sup>2</sup> a través de las semanas. De acuerdo con el valor p obtenido de 0,0007, existe una diferencia entre los tratamientos. Según *la tabla 13* hay evidencia de una diferencia estadística para el tratamiento D, ya que este presenta un número promedio mucho menor con respecto a los valores t de los otros tratamientos. En si el tratamiento D, diluido del extracto de Neem, no tiene una gran productividad de panículas, debido a las pocas plantas en cada uno de los cuadros experimentales. Además, de acuerdo con Hurtado et al., (2020) ha sido demostrado que el número de panículas/m<sup>2</sup> es el componente más importante del rendimiento del arroz, y contribuye con el 89% de las variaciones que se pueden dar en los cultivos.

**Tabla 13**

*Resultados del tratamiento estadístico de la evolución por semanas para el número de panículas por m<sup>2</sup>*

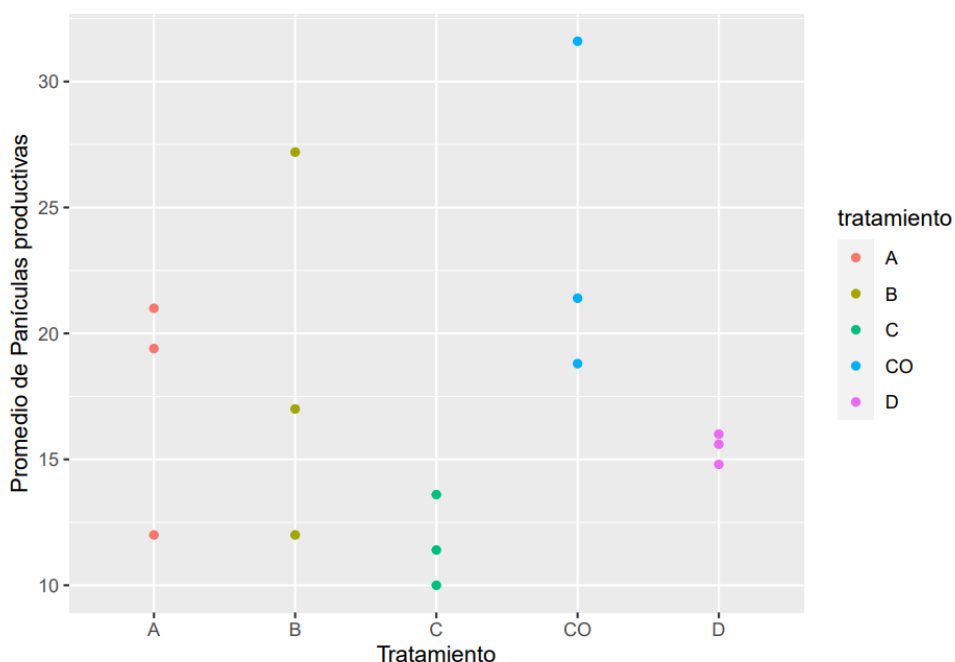
	<b>Estimado</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor t</b>
<b>Tratamiento B</b>	15,867	29,255	0,542
<b>Tratamiento C</b>	-51,267	29,255	-1,752
<b>Tratamiento CO</b>	45,000	29,255	1,538
<b>Tratamiento D</b>	-61,667	29,255	-2,108

### **3.3.7 Número de panículas productivas**

La Figura 24, muestra el promedio de los datos que se obtuvieron para cada tratamiento. Donde, el CO presenta el mayor número promedio de panículas productivas y el menor número se encuentra en el C. Se ha indicado que el número y el tamaño de granos influyen directamente con la productividad del arroz (Hurtado, et. al, 2020). Los escasos números para los tratamientos de C y D, así como de A, se pueden deber a un mayor vaneo (panículas con espigas vacías) en las plantas de las parcelas correspondientes a estos, este factor se puede dar por la densidad de la siembra, las temperaturas bajas, y el manejo de la fertilización. Siendo este último de gran relevancia para la cantidad de panículas que pueda producir cada planta del cultivo.

**Figura 23**

*Gráfica del promedio de las panículas productivas por cada tratamiento empleado, en la cosecha*



De acuerdo con los valores p presentados en la tabla 14, si se tiene un valor menor a 0,05 se dice que existe una diferencia significativa, y esto solo ocurre en la comparación entre CO-C. El tratamiento aplicado por la comunidad CO es en promedio 12,2 puntos mayor estadísticamente que el concentrado a base de Neem, con un valor p de 0,0268. De acuerdo con un estudio realizado en cultivares de arroz, con respecto a la variable definida como granos llenos por panículas, similar a la que se analizó en este estudio, tampoco se encontraron diferencias significativas. Aun así, los cultivares expuestos alcanzaron muy buenos pesos, considerando las condiciones en las que se efectuó el estudio. Un factor que destacaron es que a pesar de que se presenten factores como sequía, es la habilidad del arroz para producir panículas completamente fértiles, lo que contribuye a la estabilidad de los rendimientos (Cristo et al., 2004).

**Tabla 14**

*Resultados del tratamiento estadístico univariante en la cosecha para el número de panículas productivas*

<b>Tratamiento</b>	<b>Estimado</b>	<b>Valor p</b>
<b>B-A</b>	1.2666	0,9932
<b>C-A</b>	-5,8000	0,4095
<b>CO-A</b>	6,4666	0,3189
<b>D-A</b>	-2,0000	0,9640
<b>C-B</b>	-7,0666	0,2511
<b>CO-B</b>	5,2000	0,5036
<b>D-B</b>	-3,2666	0,8291
<b>CO-C</b>	12,2666	0,0268
<b>D-C</b>	3,8000	0,7449
<b>D-CO</b>	-8,4667	0,1392

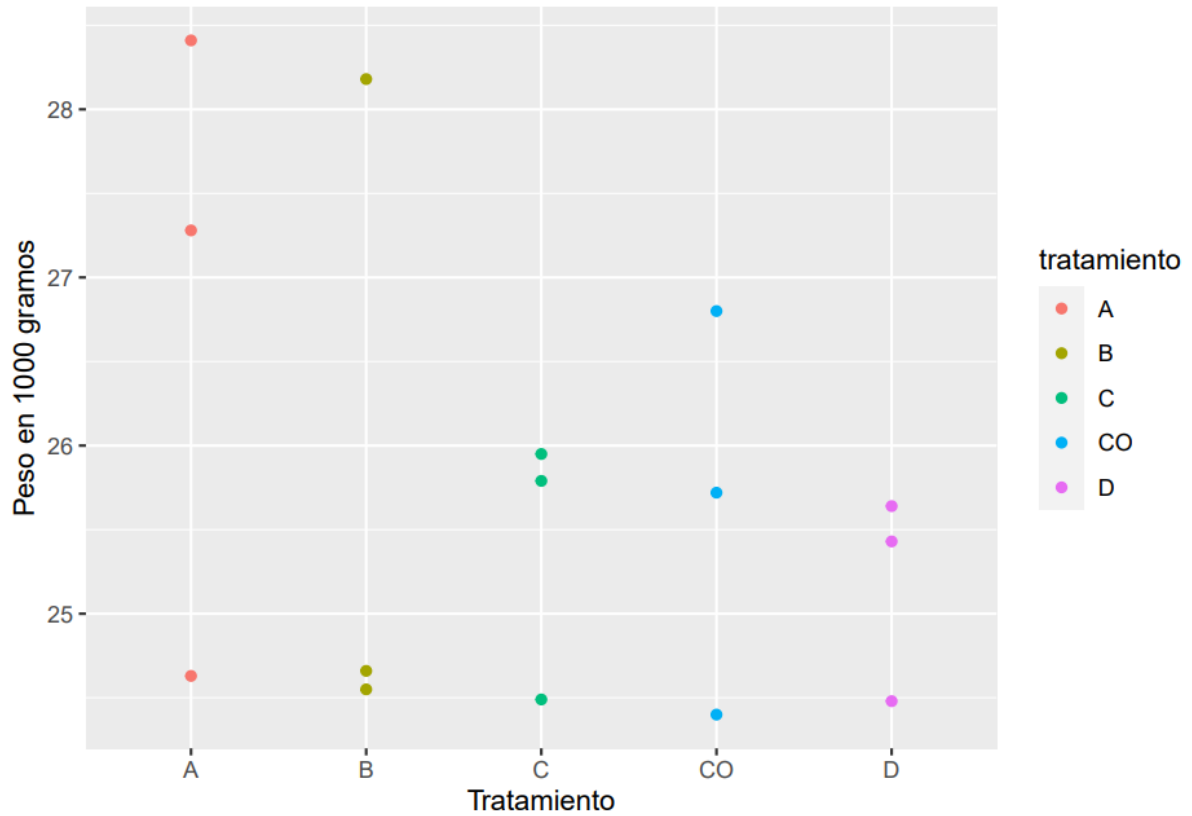
### **3.3.8 Peso de 1000 granos.**

Según la Figura 25, se tiene que el mayor peso se registró en la alternativa, que es el biopesticida de ajo-cebolla. Sin embargo, si se compara con respecto a los otros prácticamente no existe una diferencia significativa. Cabe recalcar que aquí para el conteo de los 1000 granos no se diferenció entre los que estaban llenos o vacíos. También es influyente el tipo de grano que se utilizó para el cultivo, y a su vez un buen manejo agroecológico estimula de buena forma en la masa y rendimiento del grano de arroz.



**Figura 24**

*Gráfica del peso de 1000 granos por cada tratamiento empleado, en la cosecha*



Tomando en cuenta los resultados del análisis estadístico ANOVA, no hubo evidencia de una diferencia entre cada uno de los tratamientos. Por lo tanto, la cantidad de arroz con cascara obtenida por cada hectárea, no se vería afectado empleado los biopesticidas propuestos, sino más bien sería beneficioso y ventajoso para cada uno de los agricultores de la comunidad de Paipayales. Así, se evita algún efecto perjudicial para ellos al entrar en contacto con estos pesticidas sintéticos, o el hecho de que el producto se contamine afectando directamente a la seguridad alimentaria de los consumidores. Esta variable está influenciada por el número de panículas que exista por cada parcela de  $m^2$ .

### 3.4 Análisis económico

Figura 25

Precio unitario del saco de arroz cáscara en Ecuador

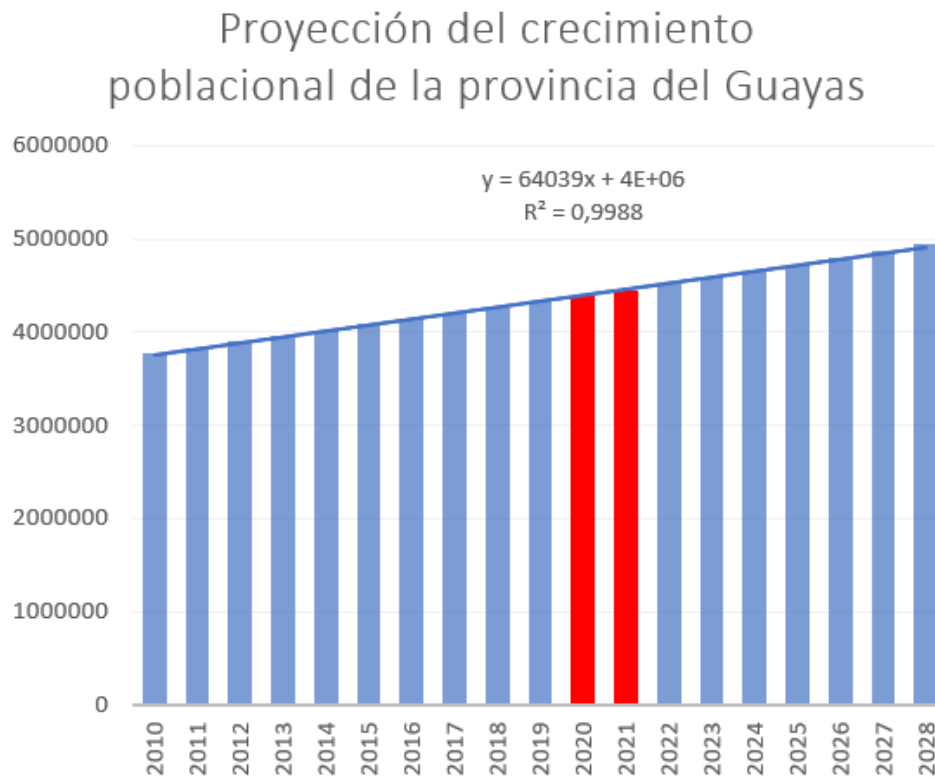


FUENTE: (Velásquez et al., 2023)

Según la *Figura 27* los precios mínimos de sustentación del arroz cáscara en Ecuador han ido variando según la demanda y oferta del sector arrocero. En el año 2019 y 2020 se registró el menor precio de sustentación mínimo de \$ 30,00 por saca de arroz (200 libras), pero en los últimos años han ido en aumento

**Figura 26**

*Proyección del crecimiento poblacional de la provincia del Guayas*



La tendencia de crecimiento poblacional en la provincia del Guayas en los próximos años es creciente según la *Figura 26*. La alta demanda que se prevé ocasionará problemas en el sector alimenticio en país, por ende, se debe aumentar la oferta de arroz. Debido que este grano es parte fundamental de la dieta de los ecuatorianos, teniendo una media de consumo de casi 50 kilogramos de arroz en el 2022. (Kogut, 2023)

**Figura 27**

*Flujo de caja proyectado con el uso de pesticidas químicos*

CON PESTICIDA QUIMICOS				
Flujo de caja proyectado				
	Inversión inicial	\$ 4.883,86	Tasa descuento	9,09%
Periodo (años)	Ingresos	Egresos	Flujo neto	Valor actual
0			\$ -4.883,86	\$ -4.883,86
1	\$ 4.623,00	\$ 2.228,00	\$ 2.395,00	\$ -2.488,86
2	\$ 4.752,44	\$ 2.294,84	\$ 2.457,60	\$ -31,26
3	\$ 4.885,51	\$ 2.363,69	\$ 2.521,83	\$ 2.490,57
4	\$ 5.022,31	\$ 2.434,60	\$ 2.587,71	\$ 5.078,28
5	\$ 5.162,93	\$ 2.507,63	\$ 2.655,30	\$ 7.733,58

VAN	\$ 4.635,34
TIR	41,98%

El flujo de caja proyectado para ambos casos se basa en 1 hectárea de producción y el estimado anual de 134 sacas de arroz grano largo por hectárea, para armar el flujo de caja se emplearon tablas de egresos, ingresos y activos, detallados en la sección de anexos (Kogut, 2023).

Se obtuvo un Valor Actual Neto de \$ 4635,34 lo que indica que el proyecto se considera potencialmente rentable. Para evaluar más el proyecto de inversión, se empleó la Tasa interna de retorno, que fue de 41,98 % para este proyecto de inversión. Como esta es mayor a la tasa de descuento establecida del 9,09 % se considera que el proyecto con agroquímicos es rentable (Velásquez et al., 2023).

**Figura 28**

*Flujo de caja proyectado con el uso de macerados de Neem y ajo-cebolla*

MACERADOS DE NEEM				
Flujo de caja proyecto				
	<b>Inversión inicial</b>	\$ 5.487,53	Tasa descuento	9,09%
Periodo (años)	Ingresos	Egresos	Flujo neto	Valor actual
0			\$ -5.487,53	\$ -5.487,53
1	\$ 4.623,00	\$ 1.255,00	\$ 3.368,00	\$ -2.119,53
2	\$ 4.752,44	\$ 1.292,65	\$ 3.459,79	\$ 1.340,26
3	\$ 4.885,51	\$ 1.331,43	\$ 3.554,08	\$ 4.894,34
4	\$ 5.022,31	\$ 1.371,37	\$ 3.650,93	\$ 8.545,28
5	\$ 5.162,93	\$ 1.412,51	\$ 3.750,42	\$ 12.295,70
VAN		\$ 7.926,21		
TIR		56,66%		

La propuesta del proyecto se encuentra detallada en el análisis económico presente en la *Figura 26*. La inversión inicial con los macerados es superior a la inversión con pesticidas químicos, con un valor de \$ 5487,53 en comparación al \$ 4883,86. Los egresos en este caso son mucho menores, debido que se desliga al agricultor de comprar insumos químicos para el control de plaga.

Se empleo la métrica del Valor Actual Neto para evaluar los valores presentes de los flujos de efectivo entrantes y salientes. Se obtuvo un valor de \$ 7926,21 aumentando en gran medida el VAN calculado para el caso con pesticidas químicos. Además, la Tasa Interna de Retorno aumenta, llegando a un 56,66%. Estos datos reflejan un aumento de rentabilidad para el proyecto empleando macerados a base de Neem y ajo-cebolla.

## CAPÍTULO 4

### 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se elaboró el diseño experimental parcelas segmentadas, asignando al azar los bloques (parcelas) para cada tratamiento que se aplicó, los cuales fueron: concentrado (C), diluido (D), estos dos a base de Neem; (A) alternativa, a base de ajo-cebolla, blanco (testigo no tratado), y de la comunidad (CO), con tres replicas por cada tratamiento. No se reportaron diferencias significativas en las variables estudiadas: número promedio de plagas, número de espigas por panículas y el peso de 1000 granos. Se presentaron diferencias significativas, a favor del tratamiento de la comunidad CO. Estas variables donde se tuvo esas diferencias fueron: altura, coloración de la planta, longitud de la panícula, panículas por m<sup>2</sup>. El efecto pesticida se evaluó con respecto a las plagas vivas y muertas, aunque no se pudo marcar una diferencia con el insecticida aplicado por la comunidad, ya que no se reportaron diferencias significativas con respecto a los datos experimentales registrados a largo de la duración del proyecto, que exactamente fueron 15 semanas. Aunque cabe recalcar, que la alternativa provoco puntos negros en las plantas que pertenecían a estos recuadros.
- Se realizó un análisis descriptivo y ANOVA, donde no se reportaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables. A pesar de esto, el número de plagas se vio reducido en cada una con el pasar de tiempo, por lo que el efecto pesticida se vio reflejado en esto. Sin embargo, se debe considerar que no se sabe si las plagas muertas en cada una de las parcelas del diseño experimental estrictamente eran por el tratamiento aplicado en estas, o por el efecto de algún otro. En la cosecha, la

productividad no se verá afectada con la aplicación de los biopesticidas a base de los productos naturales propuestos, esto con los resultados reportados de la variable del peso de 1000 granos. Igualmente, esto implica que los biopesticidas podrían aplicarse en cualquier otro cultivo.

- Se realizó una proyección de flujo de caja para los próximos 5 años en la siembra de arroz tanto con pesticidas químicos, como con los macerados de Neem y ajo-cebolla. Se obtuvo una Tasa interna de retorno del 41,98% para el caso con los pesticidas químicos y de 56,56% con la utilización de los macerados. Dichos valores dictaminan que es más rentable trabajar a largo plazo con los macerados de Neem y una combinación de ajo y cebolla, aunque conlleva mayor inversión inicial y una mayor organización en el trabajo. La siembra del arroz con los macerados genera menos egresos y pueden llegar a producir mayor número de ingresos por el cuidado del suelo e incrementar el precio de las sacas de arroz, al comercializarlas como arroz orgánico.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Mejorar el sistema experimental de toma de datos en los cuadros de estudio de los cultivos de arroz, se ha constatado a partir de datos experimentales que los análisis se deben realizar más seguidos para obtener mejores resultados. Además, que el mayor número de incidencia de plagas ocurre durante las primeras semanas del cultivo, por lo que bastaría con tomar y analizar datos hasta la 6 semana, donde se observa un decaimiento significativo en el número de insectos presentes en la zona.
- Se recomienda, seleccionar un terreno uniforme para replicar el diseño experimental. Esto ayudará a eliminar la mayor variabilidad posible entre distintos factores. También,

se podría considerar este factor dentro del análisis estadístico, y ver si existe una relación con los tratamientos empleados.

- Constatar que el cultivo no esté falto de nutrientes, considerando la coloración y altura de las plantas, aplicando no solo los biopesticidas, sino además los fertilizantes necesarios y requeridos. Para que no exista una diferencia en el desarrollo de las plantas, cambios en la pigmentación, productividad baja.
- Al momento de medir y estudiar las variables, se debe hacer de forma que no se afecte al cultivo, por ejemplo, de no pisarlo, embarrarlo de lodo, romper las raíces en etapas tempranas (recién cultivado), no confundir las plantas de este con la maleza que se puede desarrollar, así como la de tener los materiales adecuados: flexómetros, reglas, para que las mediciones no sean tan complicadas, y a priori que sean más de uno. Y no menos importante tener la vestimenta adecuada, de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona donde se encuentre el cultivo.
- La aplicación de los pesticidas orgánicos se debe realizar con los instrumentos adecuados, principalmente rociadores o sprays que no se taponen. Así mismo, que sirvan para rociar de forma uniforme cada una de las plantas que estén dentro de las parcelas que conforman el diseño experimental. De acuerdo con la cantidad establecida de aplicar a los cultivos, se debe buscar el mejor instrumento o material para tener una correcta aplicación, y no tener efectos adversos.
- Conservar en refrigeración cada uno de los macerados y en su recipiente adecuado, recordando que la azadiractina se desnaturaliza con la luz solar, por eso se deben usar botellas de color ámbar. En el caso del ajo-cebolla, este no presenta ese inconveniente. También, el de incluir algún componente al extracto de las hojas de Neem para preservar su efecto pesticida, siendo que este no afecte o cambie su composición



química, ya que el macerado de Neem como máximo duraba entre dos a tres semanas desde su embotellado.

- Para mejorar la efectividad del biopesticida, se sugiere aplicar el macerado de Neem y ajo-cebolla días antes de estas fechas críticas.

## **Referencias**

- Ali Al-Shuraym, L. (2022). The impact of the onion-garlic extracts to control date palm aphids in Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(8), 546–551. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2022.03.004>
- Atiaga-Franco, O. L., Otero, X. L., Gallego-Picó, A., Escobar-Castañeda, L. A., Bravo-Yagüe, J. C., & Carrera-Villacrés, D. (2019). Analysis of total arsenic content in purchased rice from Ecuador. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(6), 425–431. <https://doi.org/10.17221/183/2018-CJFS>
- BENAVIDES-O., E., HERNÁNDEZ-M., G., ROMERO-N., A., CASTRO-A., H., & RODRÍGUEZ-B., J. L. (2001). Evaluación preliminar de extractos del Neem (*Azadirachta indica*), como alternativa para el control de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* (Acari: Ixodida). *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1), 1–8. <https://doi.org/10.25100/socolen.v27i1.9656>
- Bhat, S. S., Soni, K., Menasinakayi, V. S., Biswal, S. K., & Kumar, S. (2021). *Plants used as a traditional biopesticide*.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R. K., & Bandyopadhyay, U. (2002). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). In *CURRENT SCIENCE* (Vol. 82, Issue 11).
- Carrera, L. (2019). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS HOJAS SECAS DE NEEM (Azadirachta indica) ADMINISTRADAS POR VÍA ORAL EN CAPRINOS PARA EL CONTROL DE NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES LESBIA GABRIELA CARRERA ROMERO MÉDICA VETERINARIA GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019*.
- Castillo, Á., & Ligarreto, G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Carpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945029003>
- Chaudhary, S., Kanwar, R. K., Sehgal, A., Cahill, D. M., Barrow, C. J., Sehgal, R., & Kanwar, J. R. (2017). Progress on *Azadirachta indica* based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- Cristo, E., González, M., Polón, R., Cárdenas, R., & Rodríguez, J. (2004). EVALUACIÓN DE OCHO CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN CONDICIONES DE

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193225911008>

- Delgado-Plaza, E., & Peralta-Jaramillo, J. (2020). Lifting of Habitat conditions within the framework of sustainable communities in the Paipayales, Canton Santa Lucia. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.583>
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2005, July). MANEJO DEL NITROGENO EN ARROZ. *INFORMACIONES AGRONOMICAS N°58*, 1–6.
- Geankoplis, C. (2006). *Procesos de transporte y principios de procesos de separación* (M. Aguilar & M. Colli, Eds.; 4th ed.). GRUPO PATRIA CULTURAL, S.A. DE C.V.
- Gonzalez-Coloma, A., Reina, M., Diaz, C. E., Fraga, B. M., & Santana-Meridas, O. (2013). Natural Product-Based Biopesticides for Insect Control. In *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.02770-0>
- Hurtado, A. C., Díaz, Y. P., Hurtado, Y. G. P., Simón, L. A. Y., Viciado, D. O., Calzada, K. P., & Rodríguez, A. P. (2020). AGRONOMIC AND PRODUCTIVE RESPONSE OF EIGHT RICE VARIETIES UNDER AGROECOLOGIC MANAGEMENT CONDITIONS. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 9(2), 43–55. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.84629>
- INEC. (2014). *Uso y Manejo de Agroquímicos en la Agricultura 2014*.
- Jennifer Mordue, A., & Nisbet, A. J. (2000). FORUM Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. In *An. Soc. Entomol. Brasil* (Vol. 29, Issue 4).
- Kamarulzaman, P. S. D., Yusup, S., Osman, N., Ramli@Yusof, N. H., Kueh, B. W. B., & Talib, R. (2018). Effectiveness of neem based biopesticide to enhance rice (*Oryza sativa*) productivity. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 7, 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2017.12.001>
- Kilani-Morakchi, S., Morakchi-Goudjil, H., & Sifi, K. (2021). Azadirachtin-Based Insecticide: Overview, Risk Assessments, and Future Directions. *Frontiers in Agronomy*, 3. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.676208>
- Kogut, P. (2023, May 17). *Cultivo del Arroz: Técnicas E Impacto Medioambiental*. <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-arroz/>

- Kurniati, R., Saidi, N., & Nasution, R. (2018). ANTIFEEDANT ACTIVITY FROM NEEM LEAF EXTRACT (*Azadirachta indica* A Juss). *Jurnal Natural*, 18(1), 7–10. <https://doi.org/10.24815/jn.v18i1.8781>
- Larrea, J., & Riofrio, J. (2019, July 17). 2018: *Seis Cultivos con mayor producción en Ecuador*.
- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C., Mishra, P., & Pandey, G. (2019). Application of student's t-test, analysis of variance, and covariance. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(4), 407. [https://doi.org/10.4103/aca.aca\\_94\\_19](https://doi.org/10.4103/aca.aca_94_19)
- Naciones Unidas CEPAL. (2019, January). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-La-Agenda-2030-Objetivos-Desarrollo-Sostenible-Oportunidad-America-Latina-Caribe>.
- Orozco-Sánchez, F., & Rodríguez-Monroy, M. (2007). *CELL SUSPENSION CULTURE OF Azadirachta indica FOR PRODUCTION OF A BIOINSECTICIDE* (Vol. 6, Issue 3).
- Ortiz, A., & López, L. (2011). RICE WEED CONTROL. *Agronomía Trop.*, 61(3–4), 199–214.
- Otazu Larrosoña, I. (2010). *INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE SECADO EN LA CALIDAD DE LAS HOJAS DE Cymbopogon Citratus D.C. STAF*. Universidade Federal de Vicosa.
- Otero, X. L., Atiaga, O., Estrella, R., Tierra, W., Ruales, J., Zayas, L., Souza, V., Ferreira, T. O., Nóbrega, G. N., Oliveira, D. P., Queiroz, H. M., & Nunes, L. M. (2020). Geographical variations in arsenic contents in rice plants from Latin America and the Iberian Peninsula in relation to soil conditions. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(10), 3351–3372. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00581-8>
- Poveda, G., & Andrade, C. (2018, March 21). *Producción sostenible de arroz en el Guayas*. Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales.
- Ramachandran, K. M., & Tsokos, C. P. (2015). Analysis of Variance. In *Mathematical Statistics with Applications in R* (pp. 495–547). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417113-8.00010-2>
- Ramírez, J. A., & Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. In *Arch Prev Riesgos Labor* (Vol. 4, Issue 2).
- Ramli@Yusof, N. H., Yusup, S., Kueh, B. W. B., Kamarulzaman, P. S. D., Osman, N., Abd. Rahim, M., Aziz, R., Mokhtar, S., & Ahmad, A. B. (2018). Effectiveness of biopesticides in enhancing paddy growth for yield improvement. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 7, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2017.11.002>

- Reyes, J., Pérez, M., Sariol, D., Enríquez, E., Bermeo, C., & Llerena, L. (2019). Respuesta agroproductiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 46(3).
- Rumbidzai, K., & Misheck, D. (2014). Onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) as pest control intercrops in cabbage based intercrop systems in Zimbabwe. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(2), 13–17.
- Samada, L. H., & Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66–76. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2020.66.76>
- Senthil-Nathan, S., Choi, M.-Y., Paik, C.-H., Seo, H.-Y., & Kalaivani, K. (2009). Toxicity and physiological effects of neem pesticides applied to rice on the *Nilaparvata lugens* Stål, the brown planthopper. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(6), 1707–1713. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.04.024>
- Subramanian, S., Salleh, A. S., Bachmann, R. T., & Hossain, M. S. (2019). Simultaneous extraction and separation of oil and azadirachtin from seeds and leaves of *Azadirachta indica* using binary solvent extraction. *Natural Product Sciences*, 25(2), 150–156. <https://doi.org/10.20307/nps.2019.25.2.150>
- Swami, S., Preet, S., Longo, G., & Dutt, D. (2008). *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*.
- Tan, H., Wu, G., Li, X., & Hou, W. (2020). *Mini-Review Suggestion of an alternative approach of inhalation of volatile chemicals from onion and garlic for isolated patient of mild onset infected Flu: Review and communication*. <https://doi.org/10.20944/preprints202002.0198.v1>
- Tulashie, S. K., Adjei, F., Abraham, J., & Addo, E. (2021). Potential of neem extracts as natural insecticide against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100130>
- Velásquez, A., Molina, J., Crespo, B., Pozo, M., & Ramírez, L. (2023). Análisis de la cadena agroalimentaria de arroz en Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 8(5).
- Witt, C., Pasuquin, J. M. C. A., Mutters, R., & Buresh, R. (2005). Tabla de comparación de colores para el manejo efectivo del nitrógeno en arroz. . *INFORMACIONES AGRONOMICAS N°58*.

Zepeda, I. (2017). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 99–108.

## ANEXOS

### Apéndice A

#### Ecuaciones para granulometría

$$P_i \text{ corregido} = \frac{P_T}{\sum P_i} * P_i$$

$$\%R_i = \frac{P_i \text{ corregido}}{\sum P_i \text{ corregido}} * 100$$

$$\%R_{ai} = \%R_i + \%R_{ai-1}$$

$$\%Pasante = 100 - \%R_{ai}$$

Donde:

$P_T$ : *Peso inicial de la muestra para ser tamizado*

$i$ : *Número de tamiz*

$P_i$ : *Peso de la muestra retenida en el tamiz  $i$*

$\% R_i$ : *Porcentaje total retenido en el tamiz  $i$*

$\% R_{ai}$ : *Porcentaje retenido acumulado en el tamiz  $i$*

$\% Pasante$ : *Porcentaje pasante acumulado en el tamiz  $i$*

#### Ecuación para calcular la humedad de la muestra

$$\%Hum = \left( \frac{W_{H_2O}}{W_{hojas}} \right) * 100$$

Donde:

$W_{hojas}$  = *Peso de la muestra por cada día; en base húmeda*

$W_{H_2O}$  = *Peso inicial – Peso final; tomando como peso final, el último día de secado.*



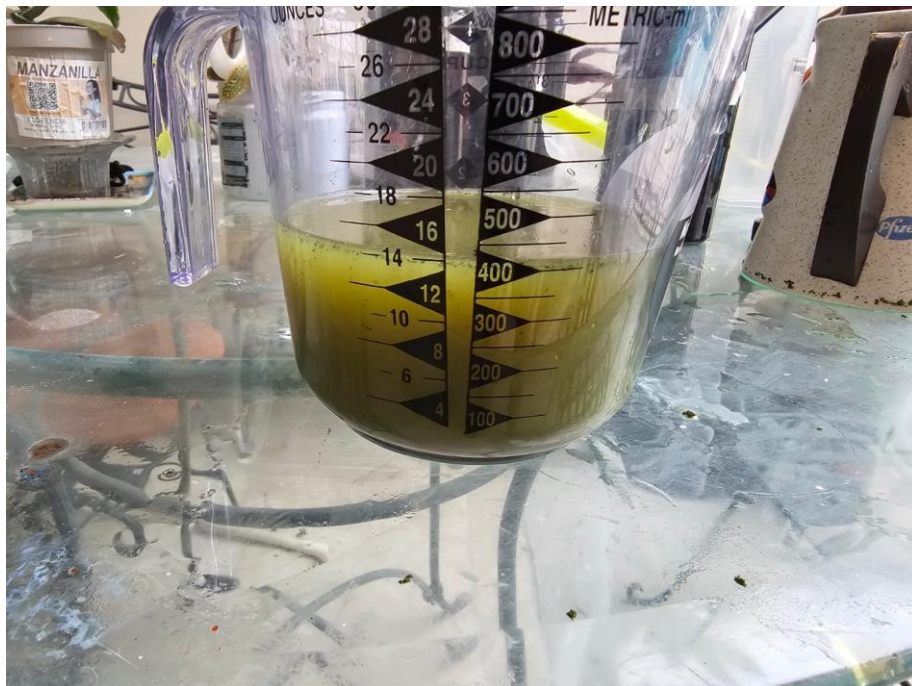
## Apéndice A1

*Toma de datos en parcelas experimentales*



## Apéndice A2

*Elaboración del biopesticida a base del neem*





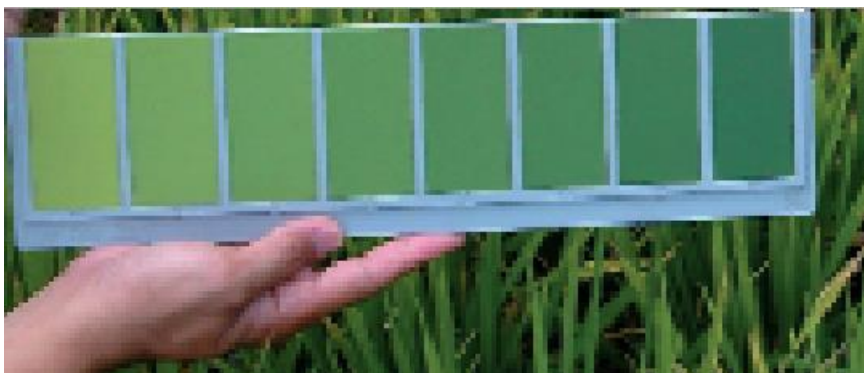
### **Apéndice A3**

*Elaboración de macerado a base de ajo y cebolla*



### **Apéndice A4**

*Tabla de comparación de colores*



*Fuente:* (Witt et al., 2005)

## Apéndice B

### Apéndice B1

*Datos de humedad para el ensayo 1*

BANDEJAS	BANDEJA 1		BANDEJA 2		BANDEJA 3	
DÍAS	M1	HUMEDAD	M2	HUMEDAD	M3	HUMEDAD
1	84,5	71,5976331	81	69,7530864	83	49,3975904
2	80,5	67,7018634	79,5	66,0377358	81	44,4444444
3	77	66,2337662	70	61,4285714	68	33,8235294
4	70	62,8571429	60	55	60	25
5	45	42,2222222	40	32,5	45,9	19,6078431
6	26	11,5384615	27	18,5185185	45	13,3333333
7	26	11,5384615	27	18,5185185	45	13,3333333

### Apéndice B2

*Datos de humedad para el ensayo 2*

BANDEJAS	BANDEJA 1		BANDEJA 2		BANDEJA 3	
DÍAS	M1	HUMEDAD	M2	HUMEDAD	M3	HUMEDAD
1	183,5	46,5940054	184,5	78,3197832	186	66,6666667
2	142,5	31,2280702	79,5	49,6855346	89,5	30,726257
3	130	24,6153846	79,5	49,6855346	89,5	30,726257
4	120	18,3333333	59,5	32,7731092	70	11,4285714
5	106	7,54716981	49	18,3673469	65	4,61538462
6	98	7,14285714	40	15	62	3,22580645
7	98	7,14285714	40	15	62	3,22580645

### Apéndice B3

*Datos de humedad para el ensayo 3*

BANDEJAS	BANDEJA 1		BANDEJA 2		BANDEJA 3	
DÍAS	M1	HUMEDAD	M2	HUMEDAD	M3	HUMEDAD
1	478	73,0125523	407	70,5159705	274,1	58,9565852
2	384	66,40625	213	43,6619718	207,6	45,8092486
3	320	59,6875	180	33,3333333	166	32,2289157
4	224,5	42,5389755	151	20,5298013	125,5	10,3585657
5	224,5	42,5389755	151	20,5298013	125,5	10,3585657
6	129	13,1782946	120	10	112,5	9,77777778
7	129	13,1782946	120	10	112,5	9,77777778

## Apéndice B4

*Datos de humedad para el ensayo 4*

BANDEJAS	BANDEJA 1		BANDEJA 2		BANDEJA 3	
DÍAS	M1	HUMEDAD	M2	HUMEDAD	M3	HUMEDAD
1	157,5	72,3809524	152	75	204,5	71,393643
2	111,5	60,9865471	91,5	58,4699454	119	50,8403361
3	60	27,5	45,5	16,4835165	84,5	30,7692308
4	53	17,9245283	43	11,627907	72	18,75
5	53	17,9245283	43	11,627907	72	18,75
6	43,5	13,7931034	38	10,5263158	58,5	13,6752137
7	43,5	13,7931034	38	10,5263158	58,5	13,6752137

## Apéndice B5

*Datos del ensayo de granulometría para cada muestra empleada*

ENSAYO DE LABORATORIO: GRANULOMETRIA POR TAMIZADO U.S.A STANDAT TEST SIEVE ASTM E-11				
Fuente	Hojas de Neem	Muestra	B1	
Fecha de ensayo	18/12/2023	Localización	Laboratorio Servicios Generales-ESPOL	
Equipo Tamizador	RX			
Tamiz	Peso corregido (g)	% Retenido		% PASANTE
N° (mm)		Parcial	Acumulado	
2	11,8	18,67	18,67	81,33
0,85	31,4	49,68	68,35	31,65
0,6	14,5	22,94	91,30	8,70
0,212	4,7	7,44	98,73	1,27
0,105	0,4	0,63	99,37	0,63
Base	0,4	0,63	100,00	0,00
Total	63,2			

**ENSAYO DE LABORATORIO: GRANULOMETRIA POR TAMIZADO U.S.A STANDAT  
TEST SIEVE ASTM E-11**

<b>Fuente</b>	Hojas de Neem	<b>Muestra</b>	B2	
<b>Fecha de ensayo</b>	18/12/2023	<b>Localización</b>	Laboratorio Servicios Generales-ESPOL	
<b>Equipo Tamizador</b>	RX			
<b>Tamiz</b>		% Retenido		
<b>Nº</b>	<b>Peso corregido (g)</b>	Parcial	Acumulado	% PASANTE
2	1,2	1,60	1,60	98,40
0,85	18,2	24,20	25,80	74,20
0,6	30,1	40,03	65,82	34,18
0,212	20	26,60	92,42	7,58
0,105	3	3,99	96,41	3,59
Base	2,7	3,59	100,00	0,00
Total	75,2			

**ENSAYO DE LABORATORIO: GRANULOMETRIA POR TAMIZADO U.S.A STANDAT  
TEST SIEVE ASTM E-11**

<b>Fuente</b>	Hojas de Neem	<b>Muestra</b>	B3	
<b>Fecha de ensayo</b>	18/12/2023	<b>Localización</b>	Laboratorio Servicios Generales-ESPOL	
<b>Equipo Tamizador</b>	RX			
<b>Tamiz</b>		% Retenido		
<b>Nº</b>	<b>Peso corregido (g)</b>	Parcial	Acumulado	% PASANTE
2	0,8	1,13	1,13	98,87
0,85	11,7	16,55	17,68	82,32
0,6	24,8	35,08	52,76	47,24
0,212	26,4	37,34	90,10	9,90
0,105	3,9	5,52	95,62	4,38
Base	3,1	4,38	100,00	0,00
Total	70,7			

## Apéndice B6

### Activos empleados para el proyecto con pesticidas y biopesticidas para 1 hectárea

Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Balanza manual tipo mochila	DE 20 LTS, APTAS PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS	2	\$ 15,00	\$ 30,00	\$ 3,60	\$ 33,60

Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Guantes	Palma y dedos corrugados; soporte textil de tejido de algodón y recubierto de PVC.	2	\$ 35,00	\$ 70,00	\$ 8,40	\$ 78,40
Gafas	MONOGAFA PANORÁMICA DELTA PLUS	2	\$ 5,47	\$ 10,94	\$ 1,31	\$ 12,25
Buzos	BUZO ASATEX COVERSTAR CS500E TIPO 5B/6B	2	\$ 2,25	\$ 4,50	\$ 0,54	\$ 5,04
						\$ 95,69

Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Computadora portatil	Procesador intel® Core™ hasta i7 10a Gen Gráficos NVIDIA® GeForce GTX™ 1660 TI Memoria hasta 16 GB Almacenamiento hasta 1 TB SSD Pantalla NanoEdge de 15.6	1	\$ 917,13	\$ 917,13	\$ 110,06	\$ 1.027,19
Balanza digital	Balanza digital de cocina	1	\$ 11,69	\$ 11,69	\$ 1,40	\$ 13,09
Licudadora	Con pantalla táctil, 6 velocidades, 6 tazas, programación automática para batidos, salsa, 800 W, licudadora multifunción	1	\$ 98,42	\$ 98,42	\$ 11,81	\$ 110,23
Mortero	Mortero con pistilo Porcelana	1	\$ 3,57	\$ 3,57	\$ 0,43	\$ 4,00
Probeta	PROBETA PLASTICA 500 ML	1	\$ 4,73	\$ 4,73	\$ 0,57	\$ 5,30
Botella ámbar	ENVASE PET 1000ML AMBAR	10	\$ 0,89	\$ 8,93	\$ 1,07	\$ 10,00
Termohigrometro	Digital portátil de bolsillo	1	\$ 28,00	\$ 28,00	\$ 3,36	\$ 31,36
Frasco de medicion	Jarra Graduada BASSA 2 L	1	\$ 1,88	\$ 1,88	\$ 0,23	\$ 2,11
						\$ 1.203,28

Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Hojas de neem	Arboles de la zona (Espol - Paypayales)					
semillas de arroz	SEMILLA CERTIFICADA POR KG	140	\$ 1,22	\$ 170,80	\$ 20,50	\$ 191,30
1 libra de ajo	Dientes de ajo	32	\$ 2,00	\$ 64,00	\$ 7,68	\$ 71,68
1 libra de cebolla	Cebolla perla	32	\$ 1,00	\$ 32,00	\$ 3,84	\$ 35,84
						\$ 298,82

Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Bandejas de madera	75 x 75 cm	4	\$ 8,33	\$ 33,32	\$ 4,00	\$ 37,32
Clavos	100 clavos de distintos tamaños para madera	1	\$ 0,89	\$ 0,89	\$ 0,11	\$ 1,00
Malla plastica fina	240 x 200 cm	1	\$ 13,39	\$ 13,39	\$ 1,61	\$ 15,00
Martillo	Mini Martillo Tactix Cabeza Magnética	1	\$ 6,79	\$ 6,79	\$ 0,81	\$ 7,60
Palos de escoba	Palos de escoba	4	\$ 2,00	\$ 8,00	\$ 0,96	\$ 8,96
						\$ 69,88

TIERRA						
Equipo	Detalle	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	IVA	Precio Final
Terreno	1 hectarea para siembre de arroz	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 360,00	\$ 3.360,00
					Total	\$ 4.883,86
					Total	\$ 5.131,14

## Apéndice B7

### Costos variables del proyecto para 1 hectárea

\*Calculos para 1 hectárea

CARGO	CANTIDAD	PRECIO			
		MENSUAL	COSECHA ANUAL (2 veces al año)	SIEMBRA ANUAL (2 veces al año)	ANUAL
Agricultor	2	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 560,00
Operario de maquinaria	1		\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 80,00
					\$ 640,00

DETALLE	MENSUAL	ANUAL
COSECHADORA	\$ 33,33	\$ 400,00
TRANSPORTE	\$ 11,67	\$ 140,00
		\$ 540,00

Detalle	MENSUAL	ANUAL
INSUMOS QUIMICOS (pesticidas, malezas, nitrogeno, abono)	\$ 81,08	\$ 973,00
BIOL organico	\$ 6,25	\$ 75,00
		\$ 1.048,00

TOTAL VARIABLES (anual)	\$ 2.228,00
TOTAL VARIABLES (anual) BIOPESTICIDAS	\$ 1.255,00

Tasa de inflacion	1.3%
-------------------	------

## Apéndice B8

### Ingresos en base a 1 hectárea de cultivo de arroz

## INGRESOS

\* INGRESOS POR HECTAREAS

Rendimiento de sacas de arroz x ha 67

PRECIO DEL ARROZ CON CASCARA			
Periodo	Precio (200 libras)	Oferta anual	Ingreso Anual x plantacion
1	\$ 34,50	134	\$ 4.623,00
2	\$ 35,47	134	\$ 4.752,44
3	\$ 36,46	134	\$ 4.885,51
4	\$ 37,48	134	\$ 5.022,31
5	\$ 38,53	134	\$ 5.162,93

Tasa de crecimiento del precio de sustentacion de arroz cascara
<b>2,80%</b>

P.U.	Caracteristica
32,5	arroz grano corto
34,5	arroz grano largo

PRECIO DEL ARROZ CON CASCARA			
Periodo	Precio (200 libras)	Oferta anual	Ingreso Anual x plantacion
1	\$ 34,50	134	\$ 4.623,00
2	\$ 35,47	134	\$ 4.752,44
3	\$ 36,46	134	\$ 4.885,51
4	\$ 37,48	134	\$ 5.022,31
5	\$ 38,53	134	\$ 5.162,93