

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACEITE DE CLAVO (Aramite®) EN LA
MORTALIDAD DE LA *Nasutitermes sp.* EN CONDICIONES DE LABORATORIO,
TINGO MARÍA, PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

CLELIA PAMELA QUINCHO CASIMIRO

Tingo María – Perú

2024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 045 -2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 05 de Diciembre de 2024, a horas 05:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACEITE DE CLAVO (Aramite®) EN LA MORTALIDAD DE LA *Nasutitermes sp.* EN CONDICIONES DE LABORATORIO TINGO MARÍA, PERÚ”

Presentado por la Bachiller: **QUINCHO CASIMIRO, CLELIA PAMELA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 21 de abril de 2025

Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
PRESIDENTE

Ph. D. LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA
MIEMBRO



Ing. MSc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
MIEMBRO

Dr. DAVID P. QUISPE JANAMPA
ASESOR

Ing. MSc. GIANFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 139 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACEITE DE CLAVO (Aramite®) EN LA MORTALIDAD DE LA <i>Nasutitermes</i> sp. EN CONDICIONES DE LABORATORIO, TINGO MARÍA, PERÚ	CLELIA PAMELA QUINCHO CASIMIRO	16 % Dieciséis

Tingo María, 19 de mayo de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACEITE DE CLAVO (Aramite®) EN LA MORTALIDAD DE LA *Nasutitermes* sp. EN CONDICIONES DE LABORATORIO, TINGO MARÍA, PERÚ

Autor	: Clelia Pamela Quincho Casimiro
Asesores	: Dr. David Prudencio Quispe Janampa Ing. M. Sc. Giannfranco Egoàvil Jump
Área de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Grupo de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación:	: Control de riesgos, deforestación y cambio climático
Lugar de ejecución	: Laboratorio de Entomopatógenos – UNAS – Tingo María
Duración	: 08 meses
Financiamiento	: S/. 931,50
FEDU	: No
Propio	: Si
Otros	: No

Tingo María – Perú, 2025




**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
SELVA**


**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO TÍTULO
PROFESIONAL, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA**

I. Datos generales

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovable
Escuela Profesional : Escuela Profesional de Ingeniería Forestal
Título de la Tesis : Efecto de la aplicación del aceite de clavo (aramite®) en la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. en condiciones de laboratorio, Tingo María, Perú.
Objetivo general : Evaluar el efecto de la aplicación del aceite de clavo (Aramite®) en la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. en condiciones de laboratorio, Tingo María, Perú
Autor de la tesis : Clelia Pamela Quincho Casimiro
DNI : 70243418
Correo electrónico : clelia.quincho@unas.edu.pe
Asesores de la Tesis : Dr. David Prudencio Quispe Janampa
Ing. M. Sc. Giannfranco Egoàvil Jump
Área de investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Grupo de investigación : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación : Control de riesgos, deforestación y cambio climático
Lugar de ejecución : Laboratorio de Entomopatógenos – UNAS – Tingo María
Fecha de inicio : 10 de junio del 2020
Fecha de término : 10 de diciembre del 2020
Presupuesto : S/. 931,50
Financiamiento : Propio (x) FEDU () Externo ()

Tingo María, Perú, marzo 2025


**Clelia Pamela
Quincho Casimiro
Tesisista**


**Dr. David Prudencio
Quispe Janampa
Asesor**


**Ing. M. Sc. Giannfranco
Egoàvil Jump
Asesor**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento importante de mi formación profesional.

A mi padre Rafael Quincho Pérez, por ser el pilar más importante en mi vida, por su cariño y apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A mis hermanos: Jefferson Melgar Casimiro y Brayan Kevin Quincho Casimiro, por su apoyo y cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables mención Ingeniería Forestal, que contribuyeron en mi formación profesional.

A mis asesores el Ing. M.Sc. David Prudencio Quispe Janampa e Ing. M.Sc. Giannfranco Egoàvil Jump, por su apoyo en la ejecución, culminación, y revisión académica y científica, de mi trabajo de investigación.

A los jurados de mi tesis: presidente Ing. M.Sc. Robert G. Pecho De La Cruz, y miembros, Ing. M.Sc. Miguel Anteparra Paredes e Ph. D. Luis A. Valdivia Espinoza, por la revisión y redacción científica del trabajo de investigación, y por el aporte académico en la investigación.

A los técnicos de laboratorio Sr. Cesar Augusto Rios Vásquez y la M.Sc. Wilma Gonzales Toscano, que me ayudaron en la ejecución de mi tesis en los laboratorios de Entomología y Entomopatógeno, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A la empresa ExcelAg. Corp USA e Ing. Manuel Gerardo Gavidia Córdova, por su donación del producto Aramite que es el insecticida la cual fue esencial para el desarrollo de mi estudio de investigación.

Al ing. Randy O. Ramos Alvarez, a mis amigos por su cariño y amistad incondicional, y la promoción 2014 de la facultad de RNR, gracias por su gran amistad.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades del comején (<i>Nasutitermes sp.</i>).....	3
2.1.1.1. Origen y distribución	3
2.1.1.2. Taxonomía de la termita	3
2.1.1.3. Biología y ciclo de vida	4
2.1.1.4. Síntomas y daños	5
2.1.2. Aceite de clavo (<i>Aramite®</i>).....	5
2.1.2.1. Composición química del aceite de clavo	6
2.1.2.2. Modo de acción	6
2.1.2.3. Manejo	6
2.1.2.4. Recomendaciones de uso y dosis	6
2.1.2.5. Frecuencia y época de aplicación	7
2.1.2.6. Periodo de reingreso	7
2.1.2.7. Fitotoxicidad.....	7
2.1.2.8. Compatibilidad	7
2.1.2.9. Precauciones, advertencias de uso y aplicación	7
2.1.2.10. Principio de efecto tóxico del aceite de clavo en los insectos	8
2.2. Estado de arte.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.2. Material y métodos.....	12
3.2.1. Materiales y equipos.....	12
3.2.2. Metodología.....	12
3.2.2.1. Etapa preliminar	12
3.2.2.2. Etapa de ejecución	13
3.2.2.3. Etapa de gabinete.....	15
3.2.2.4. Diseño estadístico	15

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1.	Porcentaje de la mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. por efecto de la aplicación de las dosis del aceite de clavo (Aramite®).....	20
4.2.	Comportamiento de la mortalidad de la <i>Nasutitermes</i> sp. con relación al tiempo de exposición.....	25
V.	CONCLUSIONES	28
VI.	PROPUESTAS A FUTURO	29
VII.	REFERENCIAS	30
	ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Uso y dosis de aramite®	6
2. Componentes en estudio	16
3. Tratamientos en estudio.....	16
4. Dosificación de los tratamientos y consumo de agua.....	16
5. Modelo del análisis de varianza (anva)	19
6. Prueba de dgc ($\alpha = 0.05$) de los promedios de los tratamientos	19
7. Análisis de varianza ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 48 h y 7 días (cuadrados medios) después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel de laboratorio	21
8. Prueba de medias de dgc (dí rienzo, guzmán y casanoves) ($\alpha = 0.01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 48 h y 7 días después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel laboratorio	22
9. Mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. en diferentes dosis de aramite®	38
10. Mortalidad promedio de <i>Nasutitermes</i> sp. registrada por evaluación	39
11. Promedio de mortalidad acumulado de <i>Nasutitermes</i> sp. en diferentes dosis de aramite®	39
12. Análisis de varianza ($\alpha = 0.01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 48 h después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel de laboratorio	39
13. Análisis de varianza ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 07 días después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel de laboratorio	40
14. Prueba de medias de dgc (dí rienzo, guzmán y casanoves) ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 48 horas después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel de laboratorio	40
15. Prueba de medias de dgc (dí rienzo, guzmán y casanoves) ($\alpha = 0.01$) del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 07 días después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel de laboratorio	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del experimento de acuerdo con el diseño completamente al azar (DCA).....	18
2. Esquema de la unidad experimental	18
3. Porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. a las 48 h y 7 días después de la aplicación aceite de clavo (aramite®) a nivel laboratorio	23
4. Porcentaje de mortalidad de la <i>Nasutitermes</i> sp. respecto a las dosis del aceite de clavo (aramite®) a nivel in vitro, tingo maría enero de 2023	24
5. Comportamiento del porcentaje de mortalidad de la <i>Nasutitermes</i> sp. respecto a los días de exposición a las dosis del aceite de clavo (aramite®) a nivel in vitro, tingo maría enero de 2023.	27
6. Obtención y selección de individuos de <i>Nasutitermes</i> sp. (termitas) para los tratamientos en estudio.....	41
7. Instalación del material biológico por tratamiento	41
8. Aplicación del aceite de clavo (Aramite®) para los tratamientos en estudio.....	42
9. Evaluación del porcentaje de mortalidad de <i>Nasutitermes</i> sp. (termitas) por tratamiento en estudio.....	42

RESUMEN

La *Nasutitermes* sp. es una termita que daña la madera de los árboles forestales, debido a que su numerosa población encuentra su alimento en estos, afectando a la industria de transformación primaria y secundaria de la madera, es por ello por lo que se determinó el efecto de la aplicación de cinco dosis de aceite de clavo (Aramite®) para el control de *Nasutitermes* sp. bajo condiciones de laboratorio. Asimismo, se extrajeron del tronco y rama del *Cedrela odorata*, donde se les colocó en un táper y se insertó pedazos de ramas húmedas como alimento extrayéndose 2 400 individuos de *Nasutitermes* sp., donde se empleó un diseño completamente al azar (DCA) compuesto de seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo lo siguiente: T₀ (0 mL), T₁ (200 mL/cil), T₂ (300 mL/cil), T₃ (400 mL/cil), T₄ (500 mL/cil) y T₅ (600 mL/cil). Se encontró que el tratamiento T₅ (Aramite® 600 mL/cil) presentó la mayor tasa de mortalidad de 98,5 % en 48 h y de 100 % en siete días. Se concluyó que la dosis efectiva en el menor tiempo y mayor efecto registrado fue la dosis del T₅ (Aramite® 600 mL/cil) que registró la mayor mortalidad en 48 h y siete días de evaluación.

Palabras clave: *termitas, extracto vegetal y prueba in-vitro.*

ABSTRACT

Nasutitermes sp. is a termite that damages the wood of trees in the forest, due to its numerous population, they use them as food, affecting the industry of the primary and secondary transformation of wood. Due to this, the effect of the application of five doses of clove oil (Aramite®) in the control of *Nasutitermes sp.* was determined under laboratory conditions. At the same time, extractions were done from the trunk and the branch of *Cedrela odorata*, which were placed in a container and pieces of wet branches were inserted as food, extracting 2400 *Nasutitermes sp.* specimens, where a completely randomized design (CRD; DCA in Spanish) was used, composed of six treatments and four repetitions, which were the following: T₀ (0 mL), T₁ (200 mL/cil), T₂ (300 mL/cil), T₃ (400 mL/cil), T₄ (500 mL/cil), and T₅ (600 mL/cil). It was found that treatment T₅ (Aramite® 600 mL/cil) presented the greatest mortality rate at 98.5% in forty eight hours and 100% at seven days. It was concluded that the most effective dose recorded for the least amount of time and with the greatest effect was the T₅ (Aramite® 600 mL/cil) dose, which registered the greatest mortality at forty eight hours and seven days of evaluation.

Keywords: *termites, vegetable extract, in vitro trial.*

I. INTRODUCCIÓN

Las termitas (comején) son un problema importante tanto en zonas urbanas como rurales de todo el mundo porque son insectos que generan un impacto negativo significativo en la destrucción de las estructuras de madera y como plagas agrícolas. Las termitas que consumen madera son una plaga importante en los cultivos, porque atacan las secciones de las plantas debajo de la superficie del suelo, sus ataques suelen ser difíciles de pronosticar en una etapa temprana, como resultado, el tratamiento de las termitas con insecticidas requiere extrema precaución (Pujiastuti *et al.*, 2021).

La producción forestal es mermada por el daño ocasionado por la termita, que es una plaga de gran importancia, ya que afecta la economía en la industria de transformación primaria y secundaria de la madera en la provincia de Leoncio Prado, siendo visible su daño que ocasiona esta plaga en las plantaciones forestales, obteniendo una madera de poca calidad debido a la presencia de las termitas. Para ello en la presente investigación se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál será el efecto de la aplicación del aceite de clavo (aramite®) en la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. en condiciones de laboratorio, Tingo María, Perú?

La presente investigación se justifica que las termitas ocasionan una degradación en la calidad de la madera, obteniéndose productos maderables de mala calidad y durabilidad, asimismo, el presente estudio fue importante porque se encontró que dosis del Aramite® fue más efectivo en la mortalidad de las *Nasutitermes* sp. en el tiempo de exposición que fueron evaluadas a escala de laboratorio, por último, la presente investigación contribuyó en aportar que el aceite de clavo (Aramite®) es efectivo en la mortalidad de las *Nasutitermes* sp. a escala de laboratorio en el laboratorio de entomología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Es por ello que se planteó como hipótesis de investigación lo siguiente: Que la aplicación de las dosis de aceite de clavo (Aramite®) tienen un efecto en la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. en condiciones de laboratorio, Tingo María, Perú.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación del aceite de clavo (Aramite®) en la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. en condiciones de laboratorio, Tingo María, Perú.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de la mortalidad de *Nasutitermes* sp. por efecto de la aplicación de las dosis del aceite de clavo (Aramite®).

- Evaluar el comportamiento de la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. con relación al tiempo de exposición.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del comején (*Nasutitermes* sp.)

2.1.1.1. Origen y distribución

El *Nasutitermes* es el género de isópteros más diverso del Neotrópico, con 78 especies descritas. Hay una gran confusión en la taxonomía de este género, siendo difícil la identificación de especies, por lo que es frecuente los errores en las identificaciones y en la nomenclatura (Ensaf y Eggleton, 2004; Chaves, 2006; Boulogne *et al.*, 2016).

Nasutitermes sp. es una especie de termita que se alimenta de la madera, asimismo, han explorado la resistencia natural a plaguicidas en diferentes especies tales como *Plathymenia reticulata* y *Nasutitermes* sp., esto es debido a factores como el contenido extractivo, las cenizas y la densidad básica de la madera (Tiwari *et al.*, 2023, Ramos *et al.*, 2023). Además, el uso de hongos como el *Tolypocladium endophyticum* y *Metarhizium anisopliae* se ha mostrado prometedor en el control de las poblaciones de *Nasutitermes* sp. como alternativa a los pesticidas en diversos contextos ecológicos (Diniz *et al.*, 2021).

2.1.1.2. Taxonomía de la termita

De acuerdo con la clasificación taxonómica de *Nasutitermes* sp. es (Boulogne *et al.*, 2016):

Reino	:	Animalia
División	:	Arthropoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Blattodea
Familia	:	Termitidae
Género	:	<i>Nasutitermes</i>
Especie	:	<i>Nasutitermes</i> sp.

2.1.1.3. Biología y ciclo de vida

Las termitas de árboles forestales son insectos xilófagos que pueden consumir árboles vivos, recién talados, derribados con alto contenido de humedad, secos, madera elaborada (estructuras de edificaciones, carpintería, etc.) y/o materiales celulósicos apetecibles por ellos. De las aproximadamente dos mil quinientas especies conocidas de termitas, la mayor parte son encontradas en los trópicos (Cruz, 2004).

Las colonias de termitas pueden ser muy grandes y dentro de ellas podemos encontrar varios tipos de termitas diferenciados por su función dentro de su sociedad (Jacobs, 2008):

- Obreras: Las que se alimentan de la madera y ocasionan daño. Se cree que las trabajadoras individuales sobreviven por más de cinco años.
- Soldados: De cabezas alongadas amarillas con grandes mandíbulas y son del mismo tamaño de la obrera adulta - un cuarto de pulgada (Jacobs, 2008).
- Termitas reproductoras: Este tipo de termita es el que tiene capacidad reproductiva y pueden producir nuevas reinas y reyes. Salen volando del termitero para aparearse y establecer nuevas colonias (Plagiser, 2023).
- Termita reina: Aseguran la reproducción de la colonia. Este tipo de termita apenas se desplaza. La reina puede poner miles de huevos (Plagiser, 2023).
- Pseudoergados: Este tipo de termita es muy curioso, porque nace sin una función específica y puede transformarse en obrera, soldado o reproductora según las necesidades de la colonia (Plagiser, 2023).

La reproducción se inicia cuando vuelan en enjambres, ocurriendo en colonias que alcancen un tamaño ideal, temperatura y la humedad siendo favorables, se cree que es debido a que luego de las lluvias encuentran un lugar adecuado para la copulación, siendo fácil encontrar un nido, el macho construye un nupcial, en donde la hembra pondrá sus huevos siendo un total de 30 000 al día. Seguidamente, las ninfas emergen del huevo, alimentándose de la regurgitación de la reina y posteriormente estarán comiendo de la madera circundante y ampliando así la nueva colonia (Carr, 2000).

Las termitas de árboles forestales hacen galerías bajo el suelo buscando más madera para alimentarse, también forman galerías amplias debajo de la corteza de los árboles atacados, pudiendo invadir la madera. Se observan con mayor frecuencia en los sitios menos húmedos. Los árboles de *Eucalyptus* de un año afectados por canchros, presentaron colonias de estas termitas debajo de la corteza (Cibrian, 2013).

2.1.1.4. Síntomas y daños

Las termitas de árboles forestales son un problema importante tanto en las zonas urbanas como lugares rurales alrededor del mundo porque causan daños significativos a la vegetación, los cultivos y la madera estructuras y causar pérdidas financieras (Khanum y Javed, 2020). Termitas como los insectos sociales comprenden un rey, una reina, trabajadores, y soldados en la colonia. Las termitas se pueden encontrar en madera, encima del suelo y bajo tierra Actualmente. Se conocen en el mundo 2 500 especies de termitas, de 300 especies están reconocidas como plagas (Tellez *et al.*, 2001).

Las termitas subterráneas consumen la madera blanda, de dentro hacia fuera, dejando una capa superficial. La madera afectada presenta daños característicos como el deslaminado con lesiones y huecos, la madera parece arrugada y con ondulaciones en la pintura, bajo la cual en estadios avanzados toda la madera está consumida. La madera en este estado es sumamente frágil y si la golpeamos suena a hueco (Higiene Ambiental, 2022). Por estas razones, representan un serio peligro para las plantaciones. Se reportan termitas de este género y de otros de la misma familia causando daños de consideración sobre eucalipto en varias partes del mundo (India y Australia), en México causan daños importantes en árboles vivos de *Pinus oocarpa* en Chiapas y Guerrero; en Tabasco un termitero subterráneo causó daños severos en una plantación de *Gmelina arborea* (Cibrian, 2013).

2.1.2. Aceite de clavo (Aramite®)

La Aramite es un insecticida acaricida orgánico que contiene una mezcla de aceites vegetales naturales producidas para matar y controlar un amplio espectro de insectos entre ellos: los ácaros, áfidos, escamas, minadores, mosca blanca, orugas, gusanos del saco y escarabajos. No requiere de PHI o intervalo en períodos de entrada, teniendo un nombre común siendo aceite de clavo, cuyo nombre comercial Aramite®, con una concentración de 100 g/L (Excelag, 2020).

2.1.2.1. Composición química del aceite de clavo

Los ingredientes activos de la composición química están compuestos por el aceite de clavo que es 100 g/L y sus aditivos con cantidad suficiente para un litro (Excelag, 2020).

2.1.2.2. Modo de acción

El Aramite® es un insecticida orgánico que actúa desnaturalizando la membrana celular, provocando vaciado del citoplasma y muerte de las células, y en consecuencia muerte del insecto (Inveragro, 2023).

2.1.2.3. Manejo

El manejo para preparar la mezcla del Aramite®, se debe diluir en el agua el producto y agitar fuertemente el envase antes de aplicarlo. Posteriormente, se debe medir la cantidad recomendada y diluirla con suficiente cantidad de agua para luego llevar al volumen (Bionova, 2018).

2.1.2.4. Recomendaciones de uso y dosis

Se recomienda aplicar la mezcla inmediatamente después de ser preparada la solución, tener en cuenta que las aplicaciones se deben realizar por las primeras horas de la mañana o por la tarde cuando la temperatura sea baja (Bionova, 2018). Asimismo, se recomienda la aplicación de la Tabla 1:

Tabla 1. Uso y dosis de Aramite®

Cultivo	Plaga		Dosis (mL/cilindro)	PC (días)	LMR (ppm)
	Común	Científico			
Palto	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaco</i>	4.00	-	N.R

Nota: LMR: Límite máximo de residuos; NR: No requiere; PC: Periodo de carencia

Fuente: Excelag (2020)

Es fundamental recordar que el uso de pesticidas, como ARAMITE, debe realizarse con precaución y siguiendo las normativas y regulaciones locales y nacionales. Además, se debe considerar el impacto ambiental y la resistencia a los pesticidas al planificar su aplicación.

2.1.2.5. Frecuencia y época de aplicación

La frecuencia de aplicación debe ser previa evaluación y en presencia de la plaga, el intervalo de aplicación es de siete a diez días (Excelag, 2020). Asimismo, no se debe aplicar más de cuatro dosis consecutivas, para evitar el potencial de resistencia de la plaga encontrada, también se debe aplicar directo a los ácaros, insectos o trips a controlar, para prevenir la degradación del producto se recomienda no utilizar en aguas con un pH menor a cuatro o superiores al pH de diez (Agricolapiscis, 2023).

2.1.2.6. Periodo de reingreso

Se recomienda reingresar a las áreas aplicadas 12 h después de la dosificación del Aramite® (Excelag, 2020).

2.1.2.7. Fitotoxicidad

De acuerdo con la ficha técnica, no hay reportes de fitotoxicidad luego de aplicarse el Aramite® (Excelag, 2020). Asimismo, evidenció efectos nocivos al medio ambiente, la fauna benéfica y a las abejas polinizadoras, presentando muy baja toxicidad en la parte dermal como en la oral (Excelag, 2023).

2.1.2.8. Compatibilidad

El Aramite® es compatible con la mayoría de los productos agroquímicos y fertilizantes, a excepción de los polvos solubles, para utilizarse con polvos solubles, se requiere el uso de un emulsificante y de realizar pre mezclas previamente (Excelag, 2020).

2.1.2.9. Precauciones, advertencias de uso y aplicación

- No aspire la neblina del producto.
- No ingerir el producto, evitar el contacto con la piel y los ojos, y la inhalación de la aspersion.
- No comer, beber o fumar durante las operaciones de mezcla y aplicación.
- Conservar el producto en su envase original etiquetado y cerrado.
- Almacenar el producto en un lugar fresco y protegido de la luz solar directa. Las temperaturas muy bajas o altas pueden deteriorarlo.

- Después de usar el producto cámbiese, lave la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.
- Usar overol, guantes y protector de ojos y rostro (Excelag, 2020).

2.1.2.10. Principio de efecto tóxico del aceite de clavo en los insectos

El aceite esencial de clavo *S. aromaticum* genera una mortalidad de las larvas de las termitas en concentraciones de 2 % (v/v) presenta una mortalidad de mayor al 3 % en 48 h (Durán *et al.*, 2020). Asimismo, se encontró una eficacia de mortalidad de la cochinilla algodonosa (*Planococcus citri*) de 52.06 a 86.33 % en 3 DDA y en 10 DDA se encontró una mortalidad de 49.82 a 86.28 % con la aplicación del aramite en concentraciones de 0.6 a 1.2 L/cil (Gavidia *et al.*, 2023a).

2.2. Estado de arte

Lo Pinto y Agrò (2023) su estudio titulado “Evaluación de la actividad insecticida de cinco aceites esenciales utilizados contra la termita subterránea *Reticulitermes lucifugus* (Rossi) (Blattodea, rhinotermitidae) en laboratorio”, evaluaron la actividad insecticida de los AE de *Citrus bergamia* Risso, *Syzygium aromaticum* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Pelargonium odoratissimum* L. y *Origanum vulgare* L. por inhalación contra obreras de *R. lucifugus*. Asimismo, examinaron la eficacia de los AE en esta especie de termitas. Los resultados que obtuvieron fueron que en la dosis más baja (2,5 µL/L), los AE de orégano, clavo y geranio provocaron una mortalidad de más del 80 %, de igual manera, el AE de orégano fue el más activo ya en dosis bajas, mientras que el AE de hinojo fue el menos efectivo en 24 horas, seguidamente, el DL₅₀ más bajo que obtuvieron mediante el análisis dosis-respuesta, se detectó para los AE de orégano (1,21 µl/L), seguido de los AE de clavo (1,28 µl/L), geranio (1,73 µl/L), hinojo (2,20 µl/L) y bergamota (2,88 µl/L). Los autores concluyeron que existe la posibilidad de utilizar estos AE para el control de las termitas para la preservación de estructuras de madera.

Gavidia *et al.* (2022) su estudio titulado “Eficacia del aceite botánico de clavo de olor para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* ferrari en el cultivo de *Coffea arabica* L. en Tingo María”, determinaron la eficacia de la aplicación del aceite de clavo (Aramite™) sobre *Hypothenemus hampei* en el cultivo de *Coffea arabica* var. catimor al inicio de la maduración fisiológica. Asimismo, emplearon tratamientos tales: T₀

(H₂O: Testigo) y T₁(Aceite de clavo 500 mL/cil) en 10 plantas de café al azar por cada tratamiento y 20 frutos/planta como unidad de muestreo, donde contabilizaron el número de adultos/fruto antes de la aplicación y posteriormente evaluaron cada siete días, cuya infestación poblacional determinaron en: A: inicio de la perforación, B: broca en el canal, C: inicia la perforación de la almendra y D: broca. Los resultados que reportaron en la etapa inicial fue de 15 % de porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei* a los frutos de café, luego de la aplicación del aceite de clavo a los 15 DDA redujeron a 5 % de infestación, seguidamente a los 21 DDA redujeron en 50 % la infestación, además encontraron que el grado de infestación del T₁(Aceite de clavo 500 ml/cil) fue para A-B y C-D una reducción en un 45,71 y 59,26 %, respectivamente. Los autores concluyeron que el T₁(Aceite de clavo 500 ml/cil) expresó un menor porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei* comparado con el T₀(H₂O) en el estado de infestación de A-B y C-D, a los 07, 14 y 21 DDA.

Nisar *et al.* (2022) su estudio titulado “Toxicidad y repelencia del extracto vegetal y termicida contra termitas subterráneas que crecen hongos (Blattodea: Termitidae)”, determinaron la eficiencia de los extractos botánicos contra las termitas subterráneas y evaluaron los impactos de la solución termicida y los extractos de plantas sobre la repelencia y mortalidad de las termitas. Asimismo, aplicaron al suelo extractos de hojas de plantas y solución de clorfenapir en metanol y agua con diversas concentraciones contra termitas donde determinaron la mortalidad y repelencia. Los resultados evidenciados fueron que el extracto de *Conocarpus lancifolius* con la solución de metanol y solución de agua exhibió mayor mortalidad de termitas subterráneas, mientras que la solución de metanol tuvo mayor repelencia y mortalidad que la solución acuosa de extracto botánico, resultaron eficaces contra las termitas. Los autores concluyeron que el extracto vegetal de *C. lancifolius* con solución de agua y metanol y el clorfenapir con solución de metanol pueden aplicarse como nuevas herramientas de control biológico contra las termitas subterráneas.

Mohamed *et al.* (2020) su estudio titulado “Actividad antitermítica de tres extractos de plantas, clorpirifos y un compuesto bioagente (Protecto) contra las termitas *Microcerotermes eugnathus* Silvestri (Blattodea: Termitidae) en Egipto”, examinaron tres extractos de plantas naturales de *Lavandula latifolia* (lavanda), *Origanum vulgare* (mejorana) y *Syzygium aromaticum* (clavo) contra la termita *Microcerotermes eugnathus*. Asimismo,

utilizaron el análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) donde identificaron los compuestos principales en los tres extractos de plantas. Los resultados que obtuvieron fueron que el extracto de *O. vulgare* provocó una tasa de mortalidad de termitas más alta con una DL_{50} de 770,67 mg/L, seguidamente, la exposición al extracto de lavanda mostró una alta tasa de mortalidad con una DL_{50} de 1 086,39 mg/L, luego el extracto de clavo no mostró actividad insecticida significativa con una $DL_{50} > 2 000$ mg/L, asimismo, encontraron efectos termicidas significativos, con valores DL_{50} de 84,09 y 269,98 mg/L para soldados y trabajadores bajo la aplicación de Dursban y Protecto, respectivamente, por último, los valores de DL_{50} para las ninfas fueron 627,87 mg/L después de la exposición a *O. vulgare*, respectivamente a los 7 días de exposición. Los autores concluyeron que existe la posibilidad de utilizar estos AE para el control de las termitas para la preservación de estructuras de madera, algunos de los extractos tienen una baja toxicidad en comparación con el bioagente y Dursban, y que pueden resultar prometedores como termicidas naturales, particularmente como extractos de *O. vulgare*.

Upatoom y Visetson (2017) su estudio titulado “Mecanismos de los aceites esenciales de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) contra termitas subterráneas Siamensis (*Coptotermes gestroi* Wasmann) y ratones (*Mus musculus* L.)”, evaluaron la toxicidad in-vitro de aceites esenciales provenientes del extracto de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) mediante cata como métodos de contacto y fumigación contra termitas Siamensis (*Coptotermes gestroi* Wasmann). Asimismo, realizaron una toxicidad oral aguda in vitro en ratones (*Mus musculus* L.), seguidamente utilizaron el análisis Probit para dilucidar la DL_{50} para termitas y la DL_{50} para ratones en 14 días utilizando el método de contacto con 0,54 mg/g y el método de fumigación con 0,02 mg/g de aceites esenciales contra termitas obreras. Los resultados que obtuvieron fueron que el método de fumigación in-vitro resultó significativamente más tóxico contra las termitas que el método de contacto en 27,02 veces, mientras que el método de fumigación in-vitro también mostró de <2 a 3 veces con el acetilcolinesterasas (AChE) y glutatión-S-transferasas (GST) inhibidas y fue <1,5 veces las esterasas inhibidas (EST) contra las termitas en comparación con las termitas no tratadas. Los autores concluyeron que el método de fumigación con aceite esencial de citronela puede usarse contra una infestación de termitas.

Ojianwuna *et al.*, (2016) su estudio titulado “La toxicidad y repelencia de algunos extractos de plantas aplicados como extractos individuales y mixtos contra las termitas (*Macrotermes bellicosus*)”, evaluaron la toxicidad y repelencia de *Zingiber officinale*, *Allium sativum*, *Dennettia tripetala* y *Capsicum annum* aplicados como extractos individuales y mixtos contra termitas (*M. bellicosus*) en condiciones de laboratorio y de campo en Abraka. Asimismo, realizaron el experimento repitiendo tres veces los extractos de *Zingiber officinale*, *Allium sativum*, *Dennettia tripetala* y *Capsicum annum*. Los resultados indicaron que a medida que aumentaba la concentración de todos los extractos de plantas, la mortalidad era significativa ($p < 0,05$) después de 72 horas de exposición, asimismo, la mezcla de *Z. officinale* + *A. sativum* (*clavo*) fue la más tóxica con una DL_{50} mínima de 7,41 mg/L, una DL_{50} de 34 horas y un valor de repelencia del 88,89 %, también los extractos de *C. annum*, *D. tripetala*, *A. sativum* (*clavo*) y sus mezclas fueron muy efectivos contra las termitas después de 30 días de postratamiento en campo, sin embargo, la eficacia del extracto de *Z. officinale* aplicado solo contra las termitas se redujo ligeramente en un 40 % después de 24 días de la aplicación. Los autores concluyeron que los extractos de productos botánicos de plantas se pueden utilizar como termicidas para plantas y madera, ya que están fácilmente disponibles y son baratos de comprar.

Xie *et al.*, (2015) su estudio titulado “Actividades antitermíticas y antifúngicas del eugenol y sus congéneres de los botones florales de *Syzygium aromaticum* (*clavo*)”, analizaron las actividades termicidas y antifúngicas del aceite esencial de capullos de *S. aromaticum* y sus constituyentes dominantes. Asimismo, los componentes del aceite esencial analizaron mediante cromatografía de gases y el compuesto principal del aceite esencial que encontraron fue el eugenol (90,6 %). Los resultados evidenciados fueron que la dosis de 50 g/g del aceite esencial de clavo tuvo una mortalidad del 100 % frente al *Reticulitermes chinensis* después de realizar pruebas durante 5 días, asimismo, el eugenol mató a todas las termitas después de realizar pruebas durante 3 días, con un valor DL_{50} de 12,1 g/g. Los autores concluyeron que la mortalidad de termitas del eugenol y sus congéneres demostraron que el eugenol exhibía las actividades termicidas muy fuertes, asimismo, el aceite de clavo y el eugenol tienen potencial para el desarrollo de conservantes naturales de la madera.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuya ubicación geográfica se encuentra en el sistema de geoprocesamiento UTM WGS84 teniendo como coordenadas 390634.50E y 8970352.40N a una altitud de 670 m.s.n.m. ubicada en la ciudad de Tingo María del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Materiales

- Madera de *Cedrela odorata* L. (cedro)
- *Nasutitermes* sp.
- Táper de plástico cuadrado de 2 L (29.5 x 19 x 13.30 cm)
- Aspersor de 1 L
- Aramite
- Papel filtro Whatman # 41

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Etapa preliminar

A. Reconocimiento de los termiteros y permisos

En el presente estudio, se realizó el reconocimiento de los termiteros que posteriormente fueron extraídos especímenes de comején del termitero de la *Cedrela odorata* L. (cedro) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) ubicada políticamente en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 395620.50 E, 8988426.60 N y 670 m.s.n.m. de altitud, seguidamente se procedió a solicitar el permiso del laboratorio de Entomología para el desarrollo del presente estudio (Zamora, 2009).

3.2.2.2. Etapa de ejecución

A. Colección de la plaga

La colección de la plaga se extrajo de un termitero del árbol de *C. odorata* L. (cedro), ubicado a 395620.50E, 8988426.60N a 670 m.s.n.m. de altitud, zona 18S. Las termitas de árboles forestales se extrajeron directamente sin necesidad de algún tipo de trampa, debido a que se encontraron expuestos en el tronco y rama del árbol, seguidamente se les colocó en un táper con una parte del nido y pedazos de ramas húmedas para que puedan alimentarse de estas durante el periodo de investigación, asimismo, se colectó 2 400 individuos de *Nasutitermes* sp. para el experimento (Dossouvi *et al.*, 2022).

B. Acondicionamiento del ambiente experimental

Se utilizaron 2 400 adultos del comején (*Nasutitermes* sp.). Los isópteros se acondicionaron dentro de un táper de plástico cuadrado de 2 L (29.5 x 19 x 13.30 cm) (Meisyara *et al.* 2021).

C. Selección del material biológico

Se seleccionaron las termitas de árboles forestales más activas en un envase de plástico cuadrado de 2 L, para ser utilizadas en el mismo día del experimento, donde se procedió a separar los individuos en cada unidad experimental (100 especímenes) teniendo en total de 400 especímenes por tratamiento y 2 000 termitas de árboles forestales en todo el experimento.

D. Dosificación del aceite de clavo (Aramite®)

En base a la dosis plantada en los tratamientos (Tabla 3), se calculó la cantidad del producto a utilizar mediante la regla de tres simple, obteniendo el volumen del producto para la preparación en 50 mL de agua (Tabla 4). Por ejemplo, en el T₂ la dosis planteada fue 300 mL/cilindro, por lo tanto, para 50 mL de agua, se utilizó X mL, estos cálculos se obtienen de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} 300 \text{ mL} \text{ -----} 1 \text{ cilindro} = 200 \text{ L} \\ X \quad \quad \quad \text{-----} 50 \text{ mL} \end{array}$$

E. Aplicación del aceite de clavo (Aramite®)

Se asperjaron de acuerdo con las dosis del aceite de clavo (Aramite®) (Tabla 3), con la cantidad de producto utilizado (Tabla 4), para 100 ejemplares por repetición; es decir, 400 ejemplares por cada tratamiento (por cada dosis del aceite de clavo) (Figura 2). La aspersión debe proporcionar un óptimo cubrimiento de la plaga. Los especímenes del testigo no tuvieron ninguna aspersión con el termicida (Flores, 1997).

Luego se acondicionaron los ejemplares (comején) dentro de los tapers de plásticos cuadrados de 2 L (29.5x19x13.30cm), que contenía una mota de algodón humedecido con agua destilada, en su interior se acondicionaron restos de madera previamente cortados limpios de residuos, seguidamente se tapó el recipiente.

F. Acondicionamiento de los tratamientos

Se acondicionó los ejemplares de las termitas dentro envases de plásticos cuadrados de 2 L (29.5 x 19 x 13.30 cm) que contenía un papel filtro estéril y un algodón estéril humedecido con agua destilada estéril. Finalmente se realizó agujeros en la tapa del envase, para que exista circulación de aire, se rotuló y se taparon los envases de plástico.

G. Frecuencia de evaluación

Se evaluó el porcentaje de mortalidad de las termitas de árboles forestales a las 9 a.m. de los días laborables, con el apoyo de una pinza y un estereoscopio en el laboratorio de Entomología.

H. Evaluación

Durante 56 días se procedió a evaluar la mortalidad de las termitas de árboles forestales, registrando lo siguiente:

- Mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h.
- Número de individuos muertos de *Nasutitermes* sp. por día.

Para luego calcular:

- Estadísticamente el mejor tratamiento respecto a la mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h.

- Estadísticamente el mejor tratamiento respecto a la mortalidad de *Nasutitermes* sp. durante el periodo total de investigación.
- Estadísticamente el tiempo de exposición respecto a la mortalidad de *Nasutitermes* sp. (Meisyara *et al.*, 2021).

3.2.2.3. Etapa de gabinete

A. Mortalidad de la *Nasutitermes* sp. por efecto de la aplicación de las dosis del aceite de clavo (Aramite®)

La evaluación se realizó cada día seguidamente se procedió a contar el número de individuos muertos de *Nasutitermes* sp. en cada una de las placas Petri (Aljedani, 2023). Posteriormente, los datos fueron procesados en el software Microsoft Excel 365 y el programa InfoStat v. 1.0, donde se emplearon las pruebas estadísticas tales como: el análisis de varianza (ANVA) (Tabla 5), coeficiente de varianza (ecuación 2) y la prueba de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ($\alpha = 0.01$) (Tabla 6) de los tratamientos en estudio.

B. Comportamiento de la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. con relación al tiempo de exposición

La evaluación del comportamiento de la mortalidad de las *Nasutitermes* sp. se procedió a contar en relación con el tiempo de exposición de en cada una de las placas Petri (Lo Pinto y Agrò, 2023). Posteriormente, los datos fueron procesados en el software Microsoft Excel 365 y el programa InfoStat v. 1.0, donde se emplearon las pruebas estadísticas tales como: el análisis de varianza (ANVA) (Tabla 5), coeficiente de varianza (ecuación 2) y la prueba de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ($\alpha = 0.01$) (Tabla 6) de los tratamientos en estudio

3.2.2.4. Diseño estadístico

A. Componentes en estudio

A continuación, se detalla los componentes en estudio (Tabla 2):

Tabla 2. Componentes en estudio

Entradas (Bioinsecticida)	Unidad Experimental	Salidas (Efecto de las dosis)
Cinco dosis de aceite de clavo (Aramite®)	<i>Nasutitermes</i> sp. (Comején)	Determinar la mejor dosis que controla a <i>Nasutitermes</i> sp.

B. Tratamientos en estudio

Seguidamente, se muestran los tratamientos en estudio (Tabla 3):

Tabla 3. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Productos	Dosis (mL/cilindro)	Recomendación de aplicación
T ₀	Testigo	---	Se realizó sólo una aplicación al momento de instalar el experimento
T ₁	Aceite de clavo (Aramite®)	200	
T ₂	Aceite de clavo (Aramite®)	300	
T ₃	Aceite de clavo (Aramite®)	400	
T ₄	Aceite de clavo (Aramite®)	500	
T ₅	Aceite de clavo (Aramite®)	600	

Nota: La capacidad del cilindro fue 200 L.

C. Dosificación y gasto de agua

Tabla 4. Dosificación de los tratamientos y consumo de agua

Tratamiento	mL/cilindro	Gasto de agua/tratamiento
T ₀ (Testigo)	---	50 mL
T ₁ (Aramite® + agua)	200 mL	50 mL
T ₂ (Aramite® + agua)	300 mL	50 mL
T ₃ (Aramite® + agua)	400 mL	50 mL
T ₄ (Aramite® + agua)	500 mL	50 mL
T ₅ (Aramite® + agua)	600 mL	50 mL

D. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), compuesto de seis tratamientos y cuatro repeticiones, incluyendo un tratamiento testigo. El Modelo Aditivo Lineal (M.A.L.) del DCA se representa en la siguiente ecuación (1):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde:

- Y_{ij} : Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.
- μ : Efecto de la media general.
- α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento
- β_j : Efecto del j-ésimo repetición
- ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental correspondiente al j-ésimo repetición al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, 2, 3, 4, 5$ y 6 tratamientos

$j = 1, 2, 3$ y 4 repeticiones

E. Descripción del experimento

- Individuo:
 - ❖ Especie : *Nasutitermes* sp.
 - ❖ Casta : Obrero
- Unidad experimental : Descartable
 - ❖ Material : Plástico
 - ❖ Dimensiones : 19x16,16x6,89 cm
- Número de tratamientos : 5
- Número de repeticiones : 4
- Número de individuos por repetición : 20
- Número de individuos por tratamiento : 400
- Número de individuos por el experimento : 2 000

F. Croquis del experimento

El croquis del experimento está diseñado de acuerdo con el Diseño Complemente al Azar (Figura 1) y el esquema de cada unidad experimental contiene 100 individuos de *Nasutitermes* sp. (Figura 2).



Figura 1. Croquis del experimento de acuerdo con el Diseño Completamente al Azar (DCA)



Figura 2. Esquema de la unidad experimental

G. Análisis estadístico

A continuación, se muestra el análisis de variancia (ANVA) (Tabla 5), asimismo, se determinó el coeficiente de variabilidad, observándose en la ecuación (2).

Además, se hallaron las diferencias de medias con la prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), el procesamiento estadístico se realizó en el programa InfoStat v. 1.0 (Tabla 6).

Tabla 5. Modelo del Análisis de Varianza (ANVA)

Fuente de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Tratamientos	t-1	SCtrat	SCtrat/g _l trat = CMtrat	CMtrat/CMee	F $_{\alpha}(g_{l\text{trat}}, g_{l\text{ee}})$
Error experimental	t(r-1)	SCee	SCee/g _l ee = CMee		
Total	tr-1	SCtotal			

Nota. t: tratamiento, r: repetición (unidades experimentales).

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y_{...}} \times 100 \quad (2)$$

Tabla 6. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) de los promedios de los tratamientos

Tratamiento	Productos	Promedio	Significancia
T ₀	Testigo		
T ₁	Aceite de clavo (200 mL/cilindro)		
T ₂	Aceite de clavo (300 mL/cilindro)		
T ₃	Aceite de clavo (400 mL/cilindro)		
T ₄	Aceite de clavo (500 mL/cilindro)		
T ₅	Aceite de clavo (600 mL/cilindro)		

Nota: La capacidad del cilindro fue 200 L.

H. Variables de estudio

VARIABLES DEPENDIENTES

- Porcentaje de mortalidad.
- Comportamiento de la mortalidad respecto a las dosis y el tiempo.

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Dosis de aceite de clavo (Aramite®).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de la mortalidad de *Nasutitermes* sp. por efecto de la aplicación de las dosis del aceite de clavo (Aramite®)

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) ($\alpha= 0.01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. (**Tabla 12**), a las 48 h y 7 días (**Tabla 13**), se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, debido a que el p-valor, valor estadístico de la probabilidad calculado es menos que el nivel de probabilidad planteado (Balzarini *et al.*, 2015) (**Tabla 8**), es decir que la aplicación de las diferentes dosis de aceite de clavo (Aramite®) tuvo influencia en los resultados; es decir uno o algunos de los tratamientos estarían influenciando sobre estas evaluaciones (Calzada, 1982), el bioinsecticida Aramite de 0.6 a 1 L/cil tuvo una mayor eficacia de biocontrol de *Thrips tabaci* a los 3, 5 y 7 DDA, además no observó síntomas de efecto fitotóxico, por lo tanto, el aceite de clavo debe aplicarse en los programas de manejo orgánico de los cultivos de arándanos (Gavidia *et al.*, 2023a), asimismo, existe la posibilidad de utilizar el aceite de clavo para el control de las termitas para la preservación de estructuras de madera, resultando prometedores efectos como un excelente insecticida naturales (Mohamed *et al.*, 2020), por último, se encontró que la dosis del aceite de clavo (1,28 $\mu\text{L/L}$) provocaron una mortalidad de más del 80 % a las terminas *Reticulitermes lucifugus* en menos de 24 h (Lo Pinto y Agrò, 2023).

El coeficiente de variabilidad (CV) en el porcentaje mortalidad de *Nasutitermes* sp. a los 48 h y 7 días, fue menor al 30 % (**Tabla 12** y **Tabla 13**), valores excelentes en los experimentos de in vitro (Calzada, 1982), porque cuando más pequeño sea el CV, mayor confianza hay en los datos obtenidos, entonces podemos mencionar, que existió similar comportamiento entre las unidades experimentales de cada tratamiento, es decir el registro del porcentaje mortalidad de *Nasutitermes* sp., en cada uno de los tratamientos, excelente homogeneidad (Calzada, 1982), esto es reafirmado por lo encontrado por Gavidia *et al.* (2022) señalan que existe una diferencia significativa entre los tratamientos aplicando el Aramite en un periodo de 21 DDA, logrando un 59.26 % de mortalidad de las *Hypothenemus hampeien* en el cultivo de *Coffea arabica*.

Tabla 7. Análisis de varianza ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 horas y 7 días (cuadrados medios) después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel de laboratorio

Fuente de variación	GL	48 h	F	7 días	F	p-valor
Tratamientos	5	7153,1 AS	437,94	6910,8 AS	1289,06	<0,0001
Error	18	16,33		5,36		
Total	23					
CV (%)		6,35		3,16		
R ²		0,99		1		

Nota. AS: Existe diferencia estadística altamente significativa

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ANVA ($\alpha = 0.01$) (**Tabla 7**), se realizó la prueba de medias de DGC ($\alpha = 0.01$), para el porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h y 7 días, se determinó que existe diferencias estadísticas significativas (**Tabla 8**), siendo el tratamiento T₅ (ARAMITE® 600 mL/cil) con 98, 50 y 100,00 %, respectivamente, superior estadísticamente a todos los tratamientos, para el porcentaje de control de *Nasutitermes* sp., a excepción de los tratamientos T₄ (ARAMITE® 500 mL/cil) y T₃ (ARAMITE® 400 mL/cil) a las 48 h y 7 días, mientras que el T₂ (ARAMITE® 300 mL/cil) y T₁ (ARAMITE® 200 mL/cil) a los 7 días, que no tuvieron diferencias estadísticas significativas con el tratamiento T₅ (ARAMITE® 600 mL/cil), es decir tuvieron el mismo porcentaje de control de *Nasutitermes* sp. a los 48 h y 7 días, respectivamente (**Tabla 8**), asimismo, el método de contacto es 27,02 veces más efectivo, mientras que el método de fumigación in-vitro con el aceite esencial de citronela contra las termitas subterráneas *Coptotermes gestroi* W. (Upatoom y Visetson, 2017). De igual manera, a medida que aumentaba la concentración de los extractos de plantas, la mortalidad era significativa ($p < 0,05$) después de 72 h de exposición, donde, en la mezcla de *Z. officinale* + *A. sativum* (clavo) fue la más tóxica con una DL₅₀ mínima de 7,41 mg/L, en una DL₅₀ de 34 h y un valor de repelencia del 88,89 %, también los extractos de *C. annuum*, *D. tripitala*, *A. sativum* (clavo) y sus mezclas fueron muy efectivos contra las termitas después de 30 días de postratamiento en campo (Ojianwuna *et al.*, 2016). Por último, la dosis de 50 g/g del aceite esencial de clavo tuvo una mortalidad del 100 % frente al *Reticulitermes chinensis* después de realizar pruebas durante 5 días, además el aceite de clavo tiene un potencial como conservante natural de la madera.

Siendo el tratamiento T₀ (ARAMITE® 0.0 ml/cil) el tratamiento testigo que obtuvo el menor porcentaje de control, debido que al ser el tratamiento control, no se adicionó el aceite de canela (ARAMITE®), por lo tanto el porcentaje de control de 0,0 % (**Tabla 8** y **Figura 3**), que puede interpretarse como la sobrevivencia del 100 % (**Tabla 8**) de las termitas a las 48 h, estaría indicando el buen estado y sanidad de las termitas utilizadas en el experimento, asimismo, el tratamiento testigo T₀ (H₂O:Testigo) no evidenció efecto significativo ni relativo en la aplicación para la mortalidad de los *Hypothenemus hampei* sea en 7, 14 y 21 DDA para el cultivo de café (Gavidia *et al.*, 2022). La mortalidad del 4,25 % (**Tabla 8**) en 7^{mo} día, puede deberse a factores no controlados, como edad de las termitas, estrés y otros, de igual manera, encontraron una mortalidad de 3,475 y 6,925 % luego de la aplicación del testigo en 3 DDA y 10 DDA, respectivamente, debiéndose al manejo orgánico del cultivo, cómo también a las edades de las plantaciones, una temperatura media de 34 °C y una humedad media de 75 % (Gavidia *et al.*, 2023b).

Tabla 8. Prueba de medias de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ($\alpha = 0.01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h y 7 días después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel laboratorio

Tratamientos	48 h (± EE)	Significancia	7 días (± EE)	Significancia
T ₅ (Aramite® 600 mL/cil)	98,50 ± 2,02	a	100,00 ± 1,16	a
T ₄ (Aramite® 500 mL/cil)	95,00 ± 2,02	a	100,00 ± 1,16	a
T ₃ (Aramite® 400 mL/cil)	91,50 ± 2,02	a	100,00 ± 1,16	a
T ₂ (Aramite® 300 mL/cil)	75,50 ± 2,02	b	96,50 ± 1,16	b
T ₁ (Aramite® 200 mL/cil)	21,50 ± 2,02	c	38,75 ± 1,16	c
T ₀ (Aramite® 0 mL/cil)	0,00 ± 2,02	d	4,25 ± 1,16	d

En la **Figura 3** y la **Figura 4**, los resultados encontrados son similares con lo reportado por Lo Pinto y Agrò (2023) quienes evidenciaron un mayor efecto del aceite del clavo a una concentración de 10 µL/L, logrando una mortalidad del 100 % en un periodo de 24 h luego de su aplicación. Asimismo, reafirmado por Xie *et al.*, (2015) quienes descubrieron que el extracto de aceite esencial de clavo a una concentración de 200 µg/g, lograron un 100 % del porcentaje de mortalidad en 24 h de exposición de dicha concentración en las *Reticulitermes chinensis*. Por lo contrario, es refutado por Nisar *et al.*, (2022) quienes evidenciaron una baja mortalidad de termitas de 36,8 % en un periodo de 3 h, a una

concentración de 0,1 % del extracto de aceite de clavo mezclado con agua, las termitas fueron las trabajadoras y soldados cuya extracción fue colectada de las plantaciones del campus universitario de la Universidad de Ghazi en Pakistán, hallándose una mortalidad inferior a lo encontrada en el presente estudio. De igual manera, encontrándose un efecto menor con lo hallado por Mohamed *et al.* (2020) quienes a una concentración de 125 a 2 000 mg/L del aceite de clavo, evidenciaron una mortalidad de 15 a 25 % en las termitas *Microcerotermes eugnathus*, cuyo efecto se observó en los soldados, obreros y las ninfas, en una prueba a escala laboratorio.

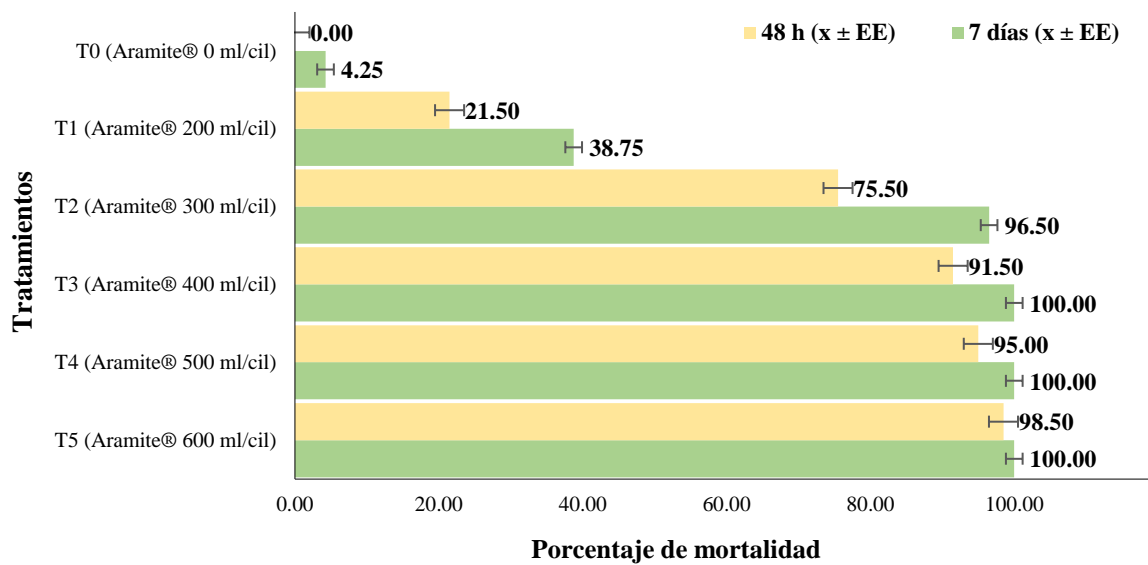


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h y 7 días después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel laboratorio

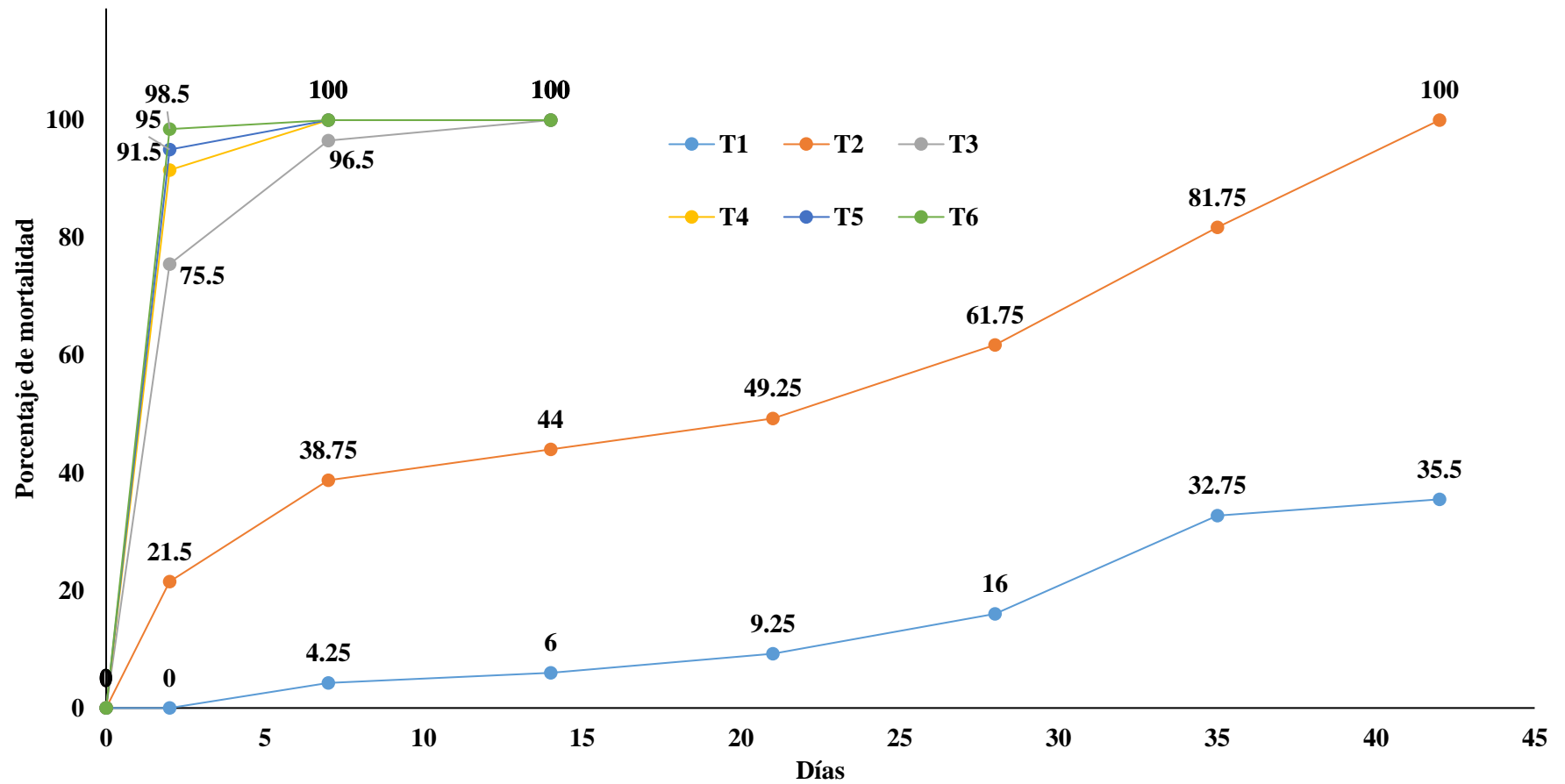


Figura 4. Porcentaje de mortalidad de la *Nasutitermes* sp. respecto a las dosis del aceite de clavo (ARAMITE®) a nivel in vitro, Tingo María enero de 2023

Nota: T₀ (testigo), T₁ (200 mL aceite de clavo/cilindro), T₂ (300 mL aceite de clavo/cilindro), T₃ (400 mL aceite de clavo/cilindro), T₄ (500 mL aceite de clavo/cilindro) y T₅ (600 mL aceite de clavo/cilindro)

4.2. Comportamiento de la mortalidad de la *Nasutitermes* sp. con relación al tiempo de exposición

En la presente investigación en los tratamientos T₀ (ARAMITE® 0.00 ml/cil), T₁ (ARAMITE® 200 mL/cil), T₂ (ARAMITE® 300 mL/cil), T₃ (ARAMITE® 400 mL/cil), T₄ (ARAMITE® 500 mL/cil) y T₅ (ARAMITE® 600 mL/cil), tuvieron una mortalidad de 0, 21.5, 75.5, 91.5, 95 y 98.5 %, respectivamente, en un tiempo de exposición de 48 h, mientras que en un tiempo de exposición de 7 días tuvieron 4.25, 38.75, 96.5, 100, 100 y 100 %, respectivamente, evidenciándose que el tratamiento que mejor eficacia presentó en un menor tiempo de exposición y una alta mortalidad de las termitas fue el T₅ (ARAMITE® 600 mL/cil) mientras que el tratamiento de mayor tiempo de exposición y una baja mortalidad de las termitas fue el T₀ (ARAMITE® 0.00 ml/cil), por lo tanto esto estaría confirmando que a mayor concentración del aceite de clavo tendrá una mejor eficacia en la mortalidad de las termitas "*Nasutitermes* sp".

Asimismo, se observó (**Figura 5**) el comportamiento del porcentaje de mortalidad de la *Nasutitermes* sp. respecto a los días de exposición a las dosis del aceite de clavo (ARAMITE®) a nivel in vitro, donde el T₅ (ARAMITE® 600 mL/cil) presentó el mayor porcentaje de mortalidad en 48 h y 7 días, mientras que el T₀ (ARAMITE® 0 mL/cil) que es el tratamiento testigo presentó el menor porcentaje de mortalidad de las termitas en 48 h y 7 días, esto se debió a que a mayor concentración del aceite de clavo (ARAMITE) hubo una mayor mortalidad de las termitas en un menor tiempo de exposición del insecticida. Esto es reafirmado por Lo Pinto y Agrò (2023) quienes encontraron que el aceite de clavo a una concentración de 1, 2.5, 5 y 10 µL/L pudieron eliminar a las termitas (*R. lucifugus*) en 20.1, 80.3, 93.7 y 100 % en un tiempo de exposición de 24 h, respectivamente, esto fue debido a que a mayor concentración del aceite de clavo puede afectar en la mortalidad de las termitas en un menor tiempo de exposición a diferencia de un tratamiento control compuesto solo de agua, además el aceite de clavo tiene una buena actividad insecticida, repelente, disuasoria, reguladora del crecimiento, antivectorial y antialimentaria en las termitas. De igual manera, para Xie *et al.* (2015) quienes reportaron que a 200 g/g de aceite esencial de clavo eliminaron a las termitas por completo después de un día de exposición y que en una concentración de 50 y 100 g/g de aceite esencial de clavo eliminaron a las termitas en 4 y 5 días respectivamente, esto debido a que el aceite de clavo es muy tóxico contra el R.

chinensis y mientras que la concentración sea mayor ocasionará una alta mortalidad en un menor tiempo de exposición. Por último, para Park y Shin (2005) encontraron que a 3.5 y 7.6 $\mu\text{L/L}$ de aceite esencial de clavo (*E. caryophyllata*) eliminaron a las termitas (*Reticulitermes speratus* Kolbe) por completo después de 24, 48 y 72 h de exposición, esto debido a que el aceite de clavo es muy tóxico contra el *R. speratus* y mientras que la composición del termicida fueran mayores ocasionarán una alta mortalidad en un menor tiempo de exposición.

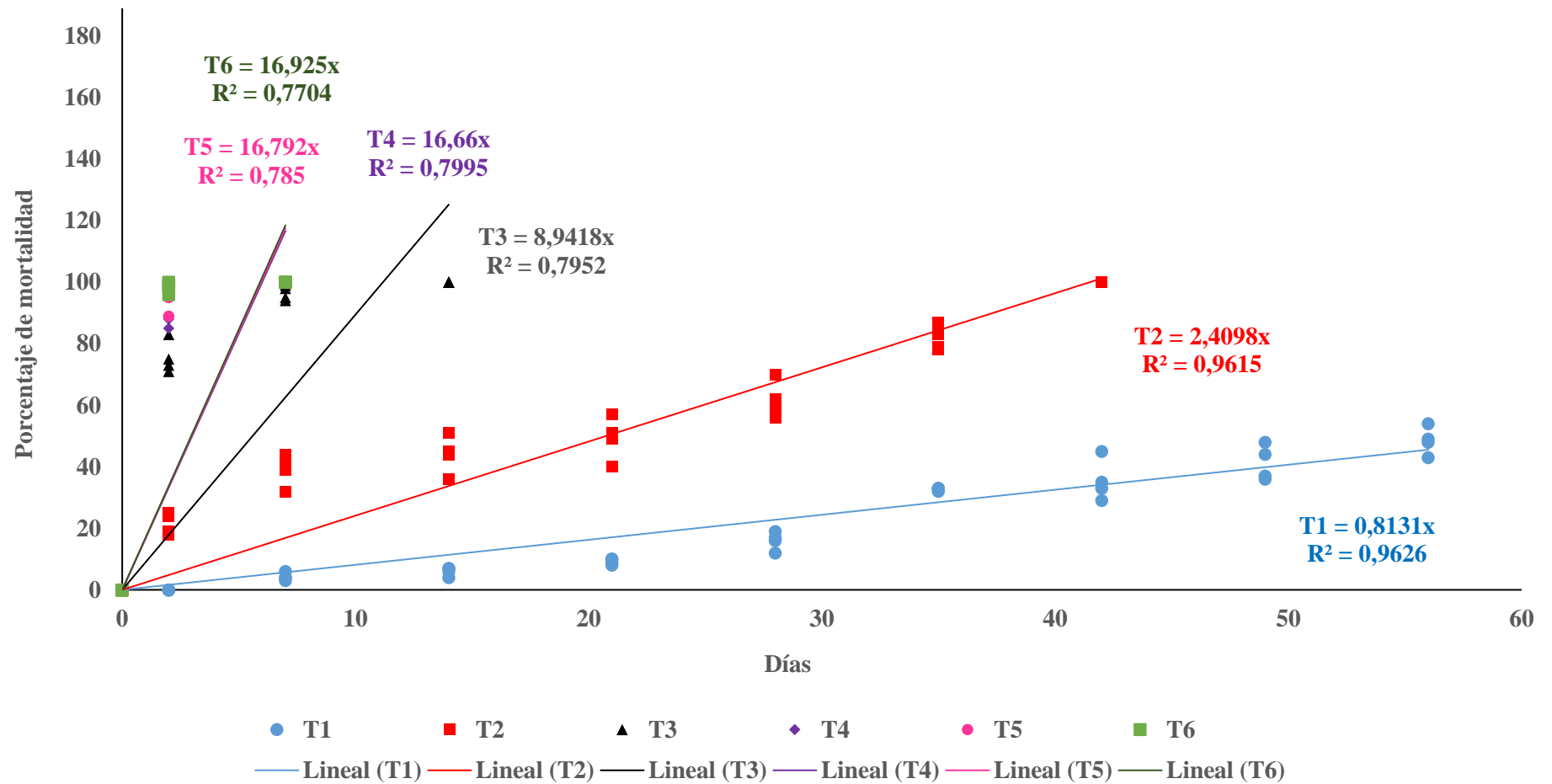


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de mortalidad de la *Nasutitermes* sp. respecto a los días de exposición a las dosis del aceite de clavo (ARAMITE®) a nivel in vitro, Tingo María enero de 2023.

Nota: T₀ (testigo), T₁ (200 mL aceite de clavo/cilindro), T₂ (300 mL aceite de clavo/cilindro), T₃ (400 mL aceite de clavo/cilindro), T₄ (500 mL aceite de clavo/cilindro) y T₅ (600 mL aceite de clavo/cilindro)

V. CONCLUSIONES

- El mayor efecto del Aramite® sobre las termitas se vio a las 48 h de iniciada la investigación, sin embargo, se observó una mortalidad del 100 % a los siete días, siendo el T₅ (Aramite® 600 mL/cil) el mejor tratamiento en la mortalidad de las termitas *Nasutitermes* sp.
- El mayor efecto del Aramite® sobre las termitas *Nasutitermes* sp en el menor tiempo de exposición fue por el T₅ (Aramite® 600 mL/cil) a las 48 h y siete días de iniciada la investigación, confirmándose que a mayor concentración del aceite de clavo habrá una mayor mortalidad de las termitas en un menor tiempo de exposición.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Se recomienda aplicar mayores concentraciones en las dosis para conocer el efecto de la eliminación de las *Nasutitermes* sp. en la madera en la etapa de campo.
- Se sugiere reproducir el experimento en condiciones de campo en diferentes épocas del año, densidades de termitas, diferentes especies y diferentes bioinsectidas para el control de la termicida.
- Estudiar el efecto de Aramite sobre la *Nasutitermes* sp. directamente en la corteza de los árboles vivos in-situ.
- Realizar investigaciones con productos alternativos naturales que muestren un efecto que pueda reducir costos o ampliar las opciones para combatir la plaga de *Nasutitermes* sp.

VII. REFERENCIAS

- Agricolapiscis. (29 de Octubre de 2023). ¿Qué es ARAMITE™?. <https://docplayer.es/13413245-Aramite-insecticida-y-acaricida-organico-insecticida-de-amplio-espectro-que-actua-por-contacto-y-actividad-traslaminar.html>
- Aljedani, D. (2023). Evaluation of Some Plant Extracts Effectiveness on the Termites *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae). *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(4), 3015-3024. doi: 10.15244/pjoes/162305
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., Gonzalez, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo, W. y Casanoves, F. (2015). *Estadística y Biometría Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía*. Editorial Brujas
- Bionova Group EIRL. (2018). Ficha técnica de Aramite. Obtenido de https://naturagro.net/wp-content/uploads/2021/02/FT_Naturagro_Aramite.pdf
- Boulogne, I., Constantino, R., Amusant, N., Falkowski, M., Rodrigues, A. y Houe, E. (2016). Ecology of termites from the genus *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae) and potential for science-based development of sustainable pest management programs. *J. Pest Sci.* 90,19-37.
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Sesator
- Carr, R. 2000. Review of the behavioural ecology of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae: (*Coptotermes* sp. and *Reticulitermes* sp.) with Discussion on Applications to Alternative Control Methods. *Review of the behavioral ecology of subterranean termites*, 15-19.
- Chaves, O. (2006). ¿Qué tipo de árboles prefiere consumir *Nasutitermes*? *Revista Pensamiento Actual. Universidad de Costa Rica*, 6(7), 14-22.

- Cibrian, T. D. (2013). Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales. Comisión Nacional Forestal - CONAFOR. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manuales-Tecnicos/Manual_para_la_identificacion_y_manejo_de_plagas_en_plantaciones_forestales.pdf
- Clarke, M., Thompson, J. y Sinclair, J. (2013). Cold Tolerance of the Eastern Subterranean Termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae), in Ontario. *Environmental Entomology*, 42(4), 805–810. <https://doi.org/10.1603/EN12348>
- Congreso Nacional de Control Biológico - CONACOBIO. (8-13 de noviembre de 2004). Memorias: XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Sinaloa, México.
- Coulson, R. y Witter, J. (1990). Entomología forestal. Ecología y control. Editorial Limusa.
- Cruz, H., Triguero, N., Lopez, R., Berrios, M., Varela, Y., Fernandez, A., Betancourt, M., Sosal, C. y Valle, M. (2004). Lista anotada de las termitas en Cuba. *Fitosanidad*, 8(2), 3-8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209117836003>
- Dossouvi, D. S., Kasseney, B. D., Simalou, O., Eloho, K., Mollong, E., Kpegba, K. y Glitho, A. I. (2022). Composition and termiticidal activity of essential oils of *Ritchiea reflexa* (Thonn.) Gilg & Benedict and *Ctenium elegans* Kunth. against *Amitermes evuncifer* Silvestri, 1912. *Sociobiology*, 16(3), 289-296. <https://www.ctahr.hawaii.edu/gracek/pdfs/039.pdf>
- Diniz, F. V., Mendonça, G. R. Q., Araújo, A. V., Peters, L.P. y Carvalho, C. M. (2021). Native amazonian fungi to control termites *Nasutitermes* sp. (Blattodea: Termitidae). *Acta Biológica Colombiana*, 27(1), 36-43. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.86848>
- Duke, S. O., Cantrell, C. L., Meepagala, K. M., Wedge, D. E., Tabanca, N. y Schrader, K. K. (2010). Natural toxins for use in pest management. *Toxins*, 2(8), 1943-1962. <https://doi.org/10.3390/toxins2081943>

- Durán, C., Pratisoli, D., Romário de Carvalho, J., Pacheco, A., Moreira de Araujo, L. y Bolsoni, H. (2020). Actividad insecticida de aceites esenciales sobre *Helicoverpa armígera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Idesia* (Arica), 38(4), 59-64. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000400059>
- Ensaf, A. y Eggleton, P. (2004). The identification of twenty species of the genus *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) from French Guiana and the new morphological characters. *Journal of the Swiss Entomological Society*. 77, 311-332.
- Excelag. (2020). Aramite. Acaricida-insecticida para uso en producción orgánica. https://naturagro.net/wp-content/uploads/2021/02/FT_Naturagro_Aramite.pdf
- Excelag. (29 de Octubre de 2023). Aramite: Insecticida acaricida orgánico. <http://biolagro.pe/wp-content/uploads/2023/01/FT-ARAMITE-BIOLAGRO.pdf>
- Flores, M., Elizabeth; Bustillo Paredes, Alex; Montoyar., Esther C. (1997). Evaluación de equipos de aspersión para control de *Hypothenemus Hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. *Revista del Centro Nacional de Investigación de café*, 48(2), 92-98. <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0120-0488200600020000100082&lng=en&pid=S0120-04882006000200001>
- Gavidia, M., Toribio, J. y Egoávil, G. (2022, 21-24 de noviembre). Eficacia del aceite botánico de clavo de olor para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari en el cultivo de *Coffea arabica* L. en Tingo María [Sesión de Congreso]. LXIII Congreso LXIII Convención Nacional de Entomología, Lima, Perú.
- Gavidia, M., Toribio, J. y Egoávil, G. (2023a, 21-24 de noviembre). Biocontrol del chanchito *Blanco planococcus* Citri (Hemiptera: Pseudococcidae) con el aceite de clavo de olor (ARAMITE) en el cultivo de *Vitis vinífera* (vid) en Piura, Perú [Sesión de Congreso]. LXIII Congreso LXIII Convención Nacional de Entomología, Trujillo, Perú.

- Gobierno Regional de Huánuco (GRH). (2016). Zonificación Ecológica Económica base para el ordenamiento territorial de la región Huánuco. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial-region>
- Hartke , T. y Baer, B. (2011). The mating biology of termites: a comparative review. *Animal Behaviour*, 82(5), 927-936. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.07.022>
- Higiene Ambiental. (7 de Abril de 2022). Termitas subterráneas y termitas de la madera. <https://higieneambiental.com/termitas-subterraneas-y-de-la-madera>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (1995). Mapa ecológico del Perú: guía explicativa. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1052>
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2019). ITIS *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837). Taxonomic Serial No.: 29014. <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>
- Inveragro. (29 de Octubre de 2023). Ficha Técnica ARAMITE™ EC (Insecticida agrícola). <https://www.inveragro.com.pe/uploads/pdf/fichaTecnica/aramite.pdf>
- Jacobs, S. (2008). Termitas Subterráneas del Este. <https://extension.psu.edu/termitas-subterraneas-del-este>
- Khanum, T. A. y Javed, S. (2020). Virulence of four *Steinernema* species as a biological control agent in controlling the termite, *Coptotermes heimi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(26), 1-4. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00229-w>

- Lo Pinto, M. y Agrò, A. (2023). Assessment of the insecticidal activity of five essential oils used against the subterranean termite *Reticulitermes lucifugus* (Rossi) (Blattodea, rhinotermitidae) in laboratory. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 11(2), 64-71. <https://doi.org/10.22271/j.ento.2023.v11.i2a.9185>
- Meisyara, D., Himmi, S. K., Tarmadi, D., Ismayati, M., Wikantyoso, B., Fajar, A., Guswenrivo, I. y Yusuf, S. (2021). Anti-termite activities of Indonesia's essential oils against invasive drywood termite for wood product protection. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 918, 1-7. doi:10.1088/1755-1315/918/1/012032
- Mohamed, S., Mona, A., Maisa, M., Hayssam, A., Esraa, A. y Ahmed, A. (2020). Anti-Termitic Activity of Three Plant Extracts, Chlorpyrifos, and a Bioagent Compound (Protecto) against Termite *Microcerotermes eugnathus* Silvestri (Blattodea: Termitidae) in Egypt. *Insects*, 11(11), 1-15. <https://doi.org/10.3390/insects11110756>
- Nisar, M. S., Nazir, T., Zaman, S., Hussain, S. I., Khan, N. A., Aslam, H. U., Nazeer, W. y Akhtar, M. (2022). Toxicity and Repellency of Plant Extract and Termiticide against Fungus Growing Subterranean Termites (Blattodea: Termitidae). *Journal of Bioresource Management*, 9(2), 119-132. <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm/vol9/iss2/13/>
- Ojianwuna, C., Olisedeme, P. y Ossai, L. (2016). The toxicity and repellency of some plant extracts applied as individual and mixed extracts against termites (*Macrotermes bellicosus*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(1), 406-418. <https://www.entomoljournal.com/archives/2016/vol4issue1/PartF/3-6-104.pdf>
- Park, I. K. y Shin S. C. (2005). Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese termite (*Reticulitermes speratus* kolbe). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(11), 4388-4392. <https://doi.org/10.1021/jf050393r>

- Plagiser. (26 de Octubre de 2023). Tipos de termitas. Obtenido de <https://www.plagiser.com/es/blog-plagiser/plagas-de-la-madera/tipos-de-termitas.html>
- Pujiastuti, Y., Riskal, A., Suparman, A., Gunawan, B. y Sulistyani, D. P. (2021). Effectiveness of Proteins and Supernatants Isolated from *Bacillus Thuringiensis*-Based Bio-Insecticides Against Termites *Macrotermes Gilvus* (Isoptera: Termitidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 810(1), 1-6. doi: 10.1088/1755-1315/810/1/012049
- Ramos, M., Pereira, E., Dos Santos , P., Dos Santos, V., Amaral, E. Loiola, T., Baldin, T. y Barbosa, H. (2023). Relationship of extractive content, ash and basic density of wood to the attack of termites *Nasutitermes* sp. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais*, 16(8), 1086-1101. DOI: 10.55905/revconv.16n.8-118
- Stevenson, P. C., Isman, M. B. y Belmain, S. R. (2017). Pesticidal plants in Africa: A global vision of new biological control products from local uses. *Industrial Crops and Products*, 110, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.034>
- Tellez, M., Estell, R., Fredrickson, E., Powell, J., Wedge, D., Schrader, K. y Kobaisy, M. (2001). Extracts of *Flourensia cernua* (L): volatile constituents and antifungal, antialgal, and antitermite bioactivities. *Journal of Chemical Ecology*, 27(11), 2263–2273. <https://doi.org/10.1023/A:1012283005014>
- Tiwari, S., Kyung, D., Lachance, M. A. y Baghela, A. (2023). *Metschnikowia ahupensis* f.a., sp. nov., a new yeast species isolated from the gut of the wood-feeding termite *Nasutitermes* sp. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 73(8). <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.006012>
- Upatoom, P. y Visetson, S. (2017). Mechanisms of Essential Oils from Citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) Against Siamensis Subterranean Termite Workers (*Coptotermes gestroi* Wasmann) and Mice (*Mus musculus* L.). *Thai Agricultural Research Journal*, 35(3), 270-287. <https://doi.org/10.14456/thaidoa-agres.2017.8>

- Verma, S. K., Verma, R. K. y Saxena, K. D. (2005). Termiticidal triterpenoid from leaves of *Lantana camara* var. *aculeata*. *Journal-institution of Chemists India*, 77(1), 20.
- Xie, Y., Yangb, Z., Cao, D., Rong, F., Ding, H. y Zhang, D. (2015). Antitermitic and antifungal activities of eugenol and its congeners from the flower buds of *Syzygium aromaticum* (clove). *Industrial Crops and Products*, 77, 780–786. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.044>
- Zamora, J. 2009. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge. Adaptado e interpretado a la geografía del Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagrama-bioclimatico-zonas-vida-sistema-holdridge-2009>

ANEXOS

Anexo 1. Registro de los datos recopilados en estudio

Tabla 9. Mortalidad de *Nasutitermes* sp. en diferentes dosis de Aramite®

Descripción	Clave	Repetición	48 horas	07 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
0	T ₀	R1	0	4	2	2	4	20	2	2	-
		R2	0	3	1	6	9	14	3	1	2
		R3	0	4	3	3	7	16	2	1	3
		R4	0	6	1	2	7	17	4	3	-
200 ml	T ₁	R1	25	19	7	6	13	17	13	-	-
		R2	19	13	4	4	16	23	21	-	-
		R3	18	21	6	4	10	19	22	-	-
		R4	24	16	4	7	11	21	17	-	-
300 ml	T ₂	R1	83	15	2	-	-	-	-	-	-
		R2	71	28	1	-	-	-	-	-	-
		R3	73	21	6	-	-	-	-	-	-
		R4	75	20	5	-	-	-	-	-	-
400 ml	T ₃	R1	85	15	-	-	-	-	-	-	-
		R2	95	5	-	-	-	-	-	-	-
		R3	98	2	-	-	-	-	-	-	-
		R4	88	12	-	-	-	-	-	-	-
500 ml	T ₄	R1	99	1	-	-	-	-	-	-	-
		R2	95	5	-	-	-	-	-	-	-
		R3	97	3	-	-	-	-	-	-	-
		R4	89	11	-	-	-	-	-	-	-
600 ml	T ₅	R1	99	1	-	-	-	-	-	-	-
		R2	99	1	-	-	-	-	-	-	-
		R3	96	4	-	-	-	-	-	-	-
		R4	100	0	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 10. Mortalidad promedio de *Nasutitermes* sp. registrada por evaluación

Clave	48 horas	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
T ₀	0,00	4,25	1,75	3,25	6,75	16,75	2,75	1,75	1,25
T ₁	21,50	17,25	5,25	5,25	12,50	20,00	18,25	-	-
T ₂	75,50	21,00	3,50	-	-	-	-	-	-
T ₃	91,50	8,50	-	-	-	-	-	-	-
T ₄	95,00	5,00	-	-	-	-	-	-	-
T ₅	98,50	1,50	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11. Promedio de mortalidad acumulado de *Nasutitermes* sp. en diferentes dosis de Aramite®

Clave	48 h	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
T ₀	0,00	4,25	6,00	9,25	16,00	32,75	35,5	37,25	38,50
T ₁	21,50	38,75	44,00	49,25	61,75	81,75	100,00	-	-
T ₂	75,50	96,50	100,00	-	-	-	-	-	-
T ₃	91,50	100,00	-	-	-	-	-	-	-
T ₄	95,00	100,00	-	-	-	-	-	-	-
T ₅	98,50	100,00	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Análisis de varianza ($\alpha = 0.01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel de laboratorio

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	5	35 765	7 153,07	AS	437,94
Error	18	294	16,33		
Total	23	36 059			
CV (%)		6,35			
R ²		0,99			

Tabla 13. Análisis de varianza ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a los 7 días después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel de laboratorio

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor	
Tratamientos	5	34 554	6 910,8	AS	1 289,06	<0,0001
Error	18	96,5	5,36			
Total	23	34 651				
CV (%)		3,16				
R ²		1				

Tabla 14. Prueba de medias de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a las 48 h después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel de laboratorio

Tratamientos	$\bar{x} \pm EE$	Significancia
T ₅ (Aramite® 600 mL/cil)	98,50 \pm 2,02	a
T ₄ (Aramite® 500 mL/cil)	95,00 \pm 2,02	a
T ₃ (Aramite® 400 mL/cil)	91,50 \pm 2,02	a
T ₂ (Aramite® 300 mL/cil)	75,50 \pm 2,02	b
T ₁ (Aramite® 200 mL/cil)	21,50 \pm 2,02	c
T ₀ (Aramite® 0 mL/cil)	0,00 \pm 2,02	d

Tabla 15. Prueba de medias de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ($\alpha = 0,01$) del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. a los 7 días después de la aplicación aceite de clavo (Aramite®) a nivel de laboratorio

Tratamientos	$\bar{x} \pm EE$	Significancia
T ₅ (Aramite® 600 mL/cil)	100,00 \pm 1,16	a
T ₄ (Aramite® 500 mL/cil)	100,00 \pm 1,16	a
T ₃ (Aramite® 400 mL/cil)	100,00 \pm 1,16	a
T ₂ (Aramite® 300 mL/cil)	96,50 \pm 1,16	a
T ₁ (Aramite® 200 mL/cil)	38,75 \pm 1,16	b
T ₀ (Aramite® 0 mL/cil)	4,25 \pm 1,16	c

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 6. Obtención y selección de individuos de *Nasutitermes* sp. (termitas) para los tratamientos en estudio



Figura 7. Instalación del material biológico por tratamiento



Figura 8. Aplicación del aceite de clavo (Aramite®) para los tratamientos en estudio



Figura 9. Evaluación del porcentaje de mortalidad de *Nasutitermes* sp. (termitas) por tratamiento en estudio

Anexo 3. Identificación taxonómica de las termitas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA
MUSEO DE ENTOMOLOGÍA KLAUS RAVEN BÜLLER
Telf. (51-1) 614-7800 anexo 330 -Apartado Postal 12-056



SERVICIO DE IDENTIFICACIÓN

Para: CLELIA PAMELA QUINCHO CASIMIRO DNI: 70243418 DIRECCIÓN: Mz. Lote 173 Asunción Saldaña, Tingo María - Huánuco.	Fecha: 27-03-2024
ATENCIÓN: Clelia Pamela Quincho Casimiro	
Muestra: Un frasco de vidrio conteniendo 68 “termitas” en alcohol al 70% (Foto 1). La muestra fue colectada en su nido, pegado al tallo del árbol en pie de cedro (<i>Cedrela odorata</i>). La colecta se realizó en febrero del 2024, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localidad de Tingo María, distrito Rupa Rupa (Leoncio Prado – Huánuco).	Lote N° 09-2024
	Informe completo: X
<p>La muestra de “termitas” fue ingresada para su análisis entomológico en una placa Petri con alcohol al 75%. Se procedió a separar los individuos por castas, en el cual se encontraron dos tipos: obreras y soldados, con 38 y 30 individuos respectivamente (Foto 2 y 3).</p> <p>Se examinaron los especímenes al estereoscopio y se determinó la siguiente especie:</p> <p>Orden: Blattodea Superfamilia: Blattoidea Familia: Termitidae Subfamilia: Nasutitermitinae Especie: <i>Nasutitermes</i> sp.</p> <p>Los insectos quedan registrados en la colección del Museo de Entomología Klaus Raven Büller con el código UA 011-2024.</p> <p><i>Nasutitermes</i> (Foto 4, 5, 6, 7 y 8) es el género de isópteros más diverso del Neotrópico, con 78 especies descritas. Hay una gran confusión en la taxonomía de este género, siendo difícil la identificación de especies, por lo que es frecuente los errores en las identificaciones y en la nomenclatura (Ensaf & Eggleton, 2004; Chaves, 2006; Boulogne <i>et al.</i> 2016).</p>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA
MUSEO DE ENTOMOLOGÍA KLAUS RAVEN BÜLLER
Telf. (51-1) 614-7800 anexo 330 -Apartado Postal 12-056



Foto 1.- Muestra recibida



Foto 2.- Casta de soldados en placa Petri



Foto 3.- Casta de obreras en placa Petri



Foto 4.- Vista dorsal de soldado de
Nasutitermes sp.



Foto 5.- Vista latero-ventral de soldado de
Nasutitermes sp.



Foto 6.- Cabeza de soldado de
Nasutitermes sp.



Foto 7.- Vista dorsal de obrera de
Nasutitermes sp.



Foto 8.- Vista latero-ventral de obrera de
Nasutitermes sp.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA
MUSEO DE ENTOMOLOGÍA KLAUS RAVEN BÜLLER
Telf. (51-1) 614-7800 anexo 330 -Apartado Postal 12-056



Referencias bibliográficas:

- Boulogne, I., Constantino, R., Amusant, N., Falkowski, M., Rodrigues, A., Houe, E. 2016. Ecology of termites from the genus *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae) and potential for science-based development of sustainable pest management programs. *J. Pest Sci.* 90:19-37.
- Chaves, O. 2006. ¿Qué tipo de árboles prefiere consumir *Nasutitermes*? *Revista Pensamiento Actual*. Universidad de Costa Rica. 6(7): 14-22.
- Ensaf, A.; Eggleton, P. The identification of twenty species of the genus *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) from French Guiana and the new morphological characters. *Journal of the Swiss Entomological Society.* 77: 311-332.
- Integrated Taxonomic Information System – Report (ITIS). (s.f.). *Nasutitermes*. Recuperado el 25 de marzo del 2024. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=102444#null.

Jefe del Museo de Entomología
Blg. Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobián de Sánchez