



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS DEL ORDEN
HYMENÓPTERA EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA, PROVINCIA DE
SANTA ELENA, ECUADOR.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRÍCULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

MALAVÉ SÁNCHEZ SHEYLA JAMEL

DOCENTE TUTOR: BLGA. YADIRA SOLANO VERA MSc.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS DEL ORDEN
HYMENÓPTERA EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA,
PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRÍCULAR

Previo a la obtención de:

BIÓLOGA

AUTOR:

MALAVÉ SÁNCHEZ SHEYLA JAMEL

DOCENTE TUTOR:

BLGA. YADIRA SOLANO VERA MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”, elaborado por Malavé Sánchez Sheyla Jamel, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yadira Solano Vera', is written over a horizontal line.

Blga. Yadira Solano Vera, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0913541363

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”**, elaborado por Malavé Sánchez Sheyla Jamel, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 1712887767

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí, en un camino lleno de altas y bajas, y por escuchar cada una de mis oraciones, guiándome hasta la culminación de este proceso de titulación.

A mis padres y hermanos, y en especial a mi madre, Rocío Sánchez, cuyo apoyo incondicional y sacrificios han sido la base de este logro académico. Tu constante presencia y motivación han sido invaluableles durante mi carrera.

A Michael Quirumbay, una persona importante en mi vida, que no solo me asistió en cada uno de mis monitoreos, sino que también me animó cuando las fuerzas flaqueaban. Tu apoyo incondicional y sincero fue fundamental para seguir adelante.

Y a cada una de las personas que siempre confiaron en mí, gracias por creer en mi capacidad para alcanzar este logro.

Sheyla Jamel Malavé Sánchez

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las autoridades y al personal académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, por liderar y guiar el proceso de mi formación profesional.

En particular, a la Blga. Yadira Solano, mi tutora de tesis, cuyas ideas científicas y profesionales orientaron mi trabajo de investigación con precisión y sabiduría.

A mi amiga, la Blga. Cinthya Pozo, quien estuvo siempre dispuesta a explicarme y ayudarme en los conceptos que me resultaban difíciles de entender.

Al guardabosques Antonio Yagual, quien actuó como guía en el sendero de mi estudio, brindando sus conocimientos y aclarando todas mis dudas con amabilidad y paciencia.

A la Blga. Jenny Barreno, especialista en entomología, por su invaluable ayuda en la identificación de la especie encontrada en la zona de estudio.

A la presidenta de la Comuna Loma Alta, por permitirme el acceso al sitio y hacer posible la realización de mi investigación.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera confiaron en mí y en mis capacidades. Sin su apoyo y confianza, este logro no habría sido posible.

Sheyla Jamel Malavé Sánchez

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Malavé Sánchez Sheyla Jamel** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular APROBADO el: 17 de diciembre de 2024.



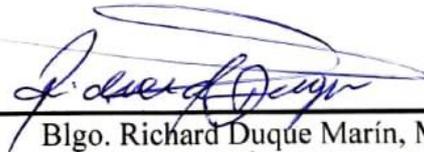
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
**DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



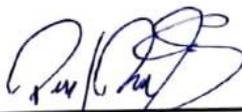
Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. Yadira Solano Vera, M.Sc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lic. Pasetral Boca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

El contenido del presente Trabajo de Integración Curricular pertenece a la autora, y el patrimonio intelectual del mismo le corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A handwritten signature in blue ink, reading "Sheyla Malavé", is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Malavé Sánchez Sheyla Jamel

C.I.: 2400031114

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | i |
| ABSTRAC | ii |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 3. OBJETIVO GENERAL | 7 |
| 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 7 |
| 5. HIPÓTESIS..... | 8 |
| 6. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 6.1. GENERALIDADES DE LAS HORMIGAS | 9 |
| 6.1.1. Antecedentes. | 9 |
| 6.1.2. Hormigas arrieras o cortadoras de hojas | 11 |
| 6.1.3. Castas | 12 |
| 6.1.4. Forrajeo | 12 |
| 6.1.5. Mutualismo hormiga - hongo..... | 13 |
| 6.1.6. Hormiguero o nido | 13 |
| 6.1.7. Impacto ambiental..... | 14 |
| 6.1.8. Clasificación taxonómica..... | 15 |
| 6.1.9. Diferencias entre <i>Atta</i> y <i>Acromyrmex</i> | 15 |
| 7. MARCO METODOLÓGICO | 17 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.1. | Descripción del área de estudio..... | 17 |
| 7.1.1. | Ubicación geográfica del área de estudio..... | 17 |
| 7.1.2. | División del área de estudio | 17 |
| 7.1.3. | Descripción metodológica..... | 18 |
| 7.1.4. | Duración de monitoreo..... | 19 |
| 7.2. | Técnicas e instrumentos para recolección de datos..... | 19 |
| 7.2.1. | Métodos de captura de la hormiga cortadora de hojas | 19 |
| 7.3. | Muestreo y registro de distribución de especies | 23 |
| 7.3.1. | Selección de sitios de muestreos | 23 |
| 7.3.2. | Registros de especies..... | 24 |
| 7.4. | Identificación..... | 24 |
| 7.4.1. | Trabajo de laboratorio | 24 |
| 7.4.2. | Guías de identificación..... | 24 |
| 7.5. | Cálculo de densidad y riqueza..... | 25 |
| 7.6. | Recolecta de hojas – prueba de selección | 27 |
| 8. | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 29 |
| 8.1. | Esfuerzo de muestreo | 29 |
| 8.2. | Identificación de especies | 29 |
| 8.3. | Cálculo de la riqueza con el programa Estimates 9.0 | 31 |
| 8.4. | Cálculo de densidad poblacional..... | 34 |

| | | |
|------|---|----|
| 8.5. | Caracterización del entorno..... | 36 |
| 8.6. | Preferencias de recursos de forrajeo - pruebas de elección..... | 37 |
| 9. | DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 47 |
| 9.1. | DISCUSIÓN | 47 |
| 9.2. | CONCLUSIONES | 50 |
| 9.3. | RECOMENDACIONES | 52 |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| 11. | ANEXOS | 61 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de monitoreo.</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabla 2. Individuos colectados en cada monitoreo y valor acumulado</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabla 3. Preferencia de recursos de forrajeo seleccionada por las hormigas</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabla 4. Representación del deterioro de las hojas de preferencia</i> | <i>46</i> |

Índice de Figuras

| | | |
|--|-------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1. Hormiguero de Atta cephalotes</i> | <i>Fuente: Rodríguez, 2018.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Figura 2. Diferencias, Atta y Acromyrmex. Fuente: Marabunta, 2016.....</i> | | <i>16</i> |
| <i>Figura 3. Ubicación geográfica del área de muestreo. Fuente: Google maps & Gómez, 2024.....</i> | | <i>17</i> |
| <i>Figura 4. Estaciones de monitoreo del sendero "La Bramona". Fuente google maps, Modificado por Malavé (2024).....</i> | | <i>18</i> |
| <i>Figura 5. Instalación de trampa de caída.....</i> | | <i>21</i> |
| <i>Figura 6. Aplicación del método mini winkler.....</i> | | <i>23</i> |
| <i>Figura 7. Explicación gráfica de técnica de prueba de elección aplicada.</i> | | <i>28</i> |
| <i>Figura 8. Espécimen de la hormiga cortadora del género Atta</i> | | <i>30</i> |
| <i>Figura 9. Curva de acumulación de individuos.....</i> | | <i>33</i> |
| <i>Figura 10. Ceratonia siliqua</i> | | <i>37</i> |
| <i>Figura 11. Acnistus arborescens</i> | | <i>38</i> |
| <i>Figura 12. Theobroma cacao.....</i> | | <i>38</i> |
| <i>Figura 13. Cedrela odorata</i> | | <i>39</i> |
| <i>Figura 14. Citrus limon</i> | | <i>39</i> |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 15. Ficus luschnathiana</i> | 40 |
| <i>Figura 16. Ilustración 15. Guazuma ulmifolia</i> | 40 |
| <i>Figura 17. Piper hispidum</i> | 41 |
| <i>Figura 18. . Guadua angustifolia</i> | 42 |
| <i>Figura 19. Carludovica palmata</i> | 42 |
| <i>Figura 20. Selección total de forrajeo durante pruebas de elección</i> | 44 |
| <i>Figura 21. Partes de una hoja Fuente: Naturalist, 2019</i> | 45 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| <i>Anexo 1. Efectividad del método de trampa de caída</i> | |
| <i>Anexo 2. Pruebas de elección realizados en monitoreos nocturnos</i> | |
| <i>Anexo 3. Afecciones observadas en Piper hispidum</i> | |
| <i>Anexo 4. Hojas trozadas encontradas en la zona de estudio</i> | |
| <i>Anexo 5. Monitoreos nocturnos y revisión de trampas</i> | |
| <i>Anexo 6. Hormiguero de Atta cephalotes</i> | |
| <i>Anexo 7. Hormigas arrieras trasladando el sustrato a sus nidos</i> | |
| <i>Anexo 8. Hormigas saliendo de su nido</i> | |
| <i>Anexo 9. Montaje del espécimen</i> | |
| <i>Anexo 10. Cuadro de registro de efectividad de las trampas utilizado en los monitoreos</i> | 65 |
| <i>Anexo 11. Certificación de la especie encontrada en el estudio</i> | 66 |
| <i>Anexo 12. Solicitud de permiso correspondiente para el ingreso a la Comuna</i> ... | 67 |

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Mirmecofauna: Conjunto de especies de hormigas que habitan en un área específica en particular, estudiarlas aporta fundamentos para entender la dinámica ecológica que mantienen en el medio.

Mini winkler: Es un tipo de trampa que está pensada para realizar colecta de artrópodos que habitan en la hojarasca localizada en el suelo.

Simbiosis: Interacción biológica que mantienen dos o más organismos, que buscan un bien común mutuo.

Pospeciolo: Estructura de una hormiga que conecta el mesosoma con el abdomen.

Trofalaxia: Regurgitar la comida en la boca de otro organismo, creando un “sistema circulatorio social” que conecta a cada miembro de la colonia.

ABREVIATURAS

RECLA: Reserva Ecológica Comunal Loma Alta

ALL: “Ants of the Leaf Litter” (Hormigas de la hojarasca)

Oz.: Onza

RESUMEN

Las hormigas cortadoras de hojas son consideradas una especie selectiva y hasta cierto punto un problema para el ecosistema, por lo que en el presente estudio se evaluó la densidad poblacional de las hormigas cortadoras de hojas, mediante observación y captura por trampa, relacionándolo con su preferencia vegetal. Se empleó la metodología denominada protocolo ALL donde se aplicaron dos métodos de captura considerados efectivos para mirmecofauna que son: “De caída” y “Mini Winkler”. La zona de estudio seleccionada fue el sendero “La Bramona” ubicado en la Comuna Loma Alta, siendo dividido en dos transectos, donde se corroboró que la especie *Atta cephalotes* está presente en cada uno de ellos y a partir de varias pruebas de elección donde se seleccionaron 10 tipos de vegetación propios de la zona siendo colocadas de manera aleatoria, se logró reafirmar que mantiene ciertas preferencias de forrajeo, que incluyen a: *Piper hispidum* (deterioro-hojas 15%), *Citrus limon* (deterioro 10%), *Theobroma cacao* (deterioro 8%) y *Ceratonia siliqua* (deterioro 5%), siendo *Piper hispidum* la más afectada por *Atta cephalotes* a pesar de ser un arbusto pequeño, presentando mayor preferencia en todas las pruebas realizadas. Por otro lado, la curva de acumulación de individuos realizada con el programa Estimates 9.0 destacando la aplicación de ambas trampas, indicó que el método más efectivo es el “de caída” con un valor acumulado de 84 individuos, frente a 22 individuos para el método “mini winkler”, presentando una densidad poblacional de 62,480 hormigas en un espacio total de 800 metros cuadrados. Se comprueba la veracidad de la hipótesis nula y se concluye que la densidad poblacional de las hormigas cortadoras de la especie *Atta cephalotes*, sí depende de la disponibilidad de especies vegetales preferidas.

Palabras clave: Hormiga cortadora, *Piper hispidum*, de caída, mini winkler, densidad poblacional, vegetación, *Atta Cephalotes*, Hongo, Protocolo ALL.

ABSTRAC

Leafcutter ants are considered a selective species and to a certain extent a problem for the ecosystem, so in the present study the population density of leafcutter ants was evaluated, through observation and trap capture, relating it to their plant preference. The methodology called the ALL protocol was used where two capture methods considered effective for myrmecofauna were applied: "Falling" and "Mini Winkler". The selected study area was the "La Bramona" trail located in the Loma Alta Commune, being divided into two transects, where it was corroborated that the species *Atta cephalotes* is present in each of them and from several selection tests where 10 types of vegetation typical of the area were selected and placed randomly, it was possible to reaffirm that it maintains certain foraging preferences, which include: *Piper hispidum* (spoilage-leaves 15%), *Citrus limon* (spoilage 10%), *Theobroma cacao* (8% deterioration) and *Ceratonia siliqua* (5% deterioration), with *Piper hispidum* being the most affected by *Atta cephalotes* despite being a small shrub, presenting greater preference in all the tests performed. On the other hand, the accumulation curve of individuals made with the Estimates 9.0 program, highlighting the application of both traps, indicated that the most effective method is the "fall" method with a cumulative value of 84 individuals, compared to 22 individuals for the "mini winkler" method, presenting a population density of 62,480 ants in a total space of 800 square meters. The veracity of the null hypothesis is verified and it is concluded that the population density of the cutter ants of the species *Atta cephalotes* does depend on the availability of preferred plant species.

Keywords: Cutter ant, *Piper hispidum*, fall, mini winkler, population density, vegetation, *Atta Cephalotes*, Fungus, ALL Protocol.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, los bosques tropicales estacionalmente secos del Pacífico ecuatorial son reconocidos por su alta diversidad y endemismo. En la Cordillera Chongón Colonche donde se asienta la comuna Loma Alta, la cual ha sido pionera en temas de conservación comunitaria en la costa ecuatoriana y posee un área protegida conocida como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta (RECLA) que fue establecida por la misma comunidad para salvaguardar las fuentes de agua e impedir invasiones y pérdidas de tierras (Astudillo et al., 2017).

La Reserva cuenta con bosques de neblina y garúa, además de bosques secundarios y áreas en regeneración. En las zonas más bajas de la cordillera, la vegetación es seca y caduca. La garúa, que aporta humedad al bosque, es más frecuente entre junio y octubre. A partir del nombramiento de la reserva con ayuda de la Fundación Natura Guayaquil se instauraron políticas de regulación para el uso sustentable del bosque y sus recursos. Sin embargo, actualmente se reforma la tenencia de tierras comunales para establecer nuevas áreas de conservación (BirdLife International, 2024).

Dentro de la reserva se observa una variedad de flora y fauna propia del lugar y en ella gran diversidad de hormigas. Las hormigas cortadoras de hojas viven socialmente en colonias, son insectos que, como su nombre lo indica, cortan hojas de las plantas para cultivar un hongo (*Leucoagaricus gongylophorus*) dentro de sus

nidos, siendo este su verdadera fuente de alimento, manteniendo una interacción biológica en la cual tanto el hongo como las hormigas se requieren mutuamente para subsistir (INTA, 2019).

Por lo tanto, optaron por llevar a cabo la agricultura fúngica, que es la actividad dedicada al cultivo de los hongos para su consumo, la cual se empezó a desarrollar hace más de dos mil años en algunas comunidades humanas. Se sabe que las hormigas desarrollaron esta habilidad incluso mucho antes, llevando a cabo una selección exhaustiva de sustrato dentro de la vegetación, generando así, una simbiosis entre ambos (CORDIS, 2020).

Existen dos géneros, *Atta*, más conocida como “hormiga minera” y *Acromyrmex* o “basurera”, cortadora común. Dentro de esta colonia la reina es la única capaz de poner huevos y es la que sobrevive por mayor tiempo, determinando el tiempo que el hormiguero permanecerá activo. Su comunicación se da mediante olores, ya que son muy sensibles a ellos, o en su defecto por medio de la trofalaxia, que es una forma de transferencia de sustancias de boca a boca (INTA, 2019).

Cabe recalcar que la selección que mantienen ciertas especies de hormigas cortadoras de hojas puede tener consecuencias significativas en la vegetación local. Su comportamiento se relaciona directamente con la defoliación, generando efectos negativos en el funcionamiento del ecosistema local, comprimiendo la cobertura

vegetal, aumentando la erosión del suelo y la exposición a la radiación solar directa, afectando la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de otras plantas.

Además, la selección de plantas hospederas por parte de las hormigas cortadoras de hojas también puede influir en la calidad nutricional de las hojas recolectadas. Las hormigas prefieren hojas frescas y tiernas, lo que puede llevar a la exclusión selectiva de ciertas especies vegetales. Esto plantea que las hojas seleccionadas por las mismas, la mayoría de las veces serán las que apenas caen o en su defecto directamente de la especie vegetal. Por lo que, las hormigas cortadoras son consideradas como una plaga que puede afectar la vegetación de la zona (FuEDEI, 2020).

Además, la calidad nutricional del hongo depende de la disposición de las hojas recolectadas. Por lo que entender cómo la selección de plantas hospederas por parte de las hormigas perturba la creación y la calidad del hongo es primordial para comprender la dinámica de esta correlación simbiótica y su impacto en el ecosistema local (Infante, 2021).

Por otro lado, cabe recalcar que estudios han revelado que áreas que cuentan con la presencia de un gran número de hormigas cortadoras de hojas en una localidad pueden llegar a tener reducciones respecto al volumen forestal, incluso en casos

severos pueden llegar a provocar la muerte de la vegetación presente, generando así pérdidas ambientales (Soliman & Magalhaes, 2020).

Por esta razón, el objetivo del estudio fue evaluar la densidad poblacional de las hormigas cortadoras de hojas, mediante observación y captura por trampa, relacionándolo con su preferencia vegetal. Realizando observaciones directas de la selección que mantienen de manera constante las hormigas mediante pruebas de elección durante el transporte de hojas hacia el hormiguero

2. JUSTIFICACIÓN

Las hormigas cortadoras de hojas o arrieras son consideradas como una especie común dentro de la localidad de Loma Alta. Esta especie tiene una notable preferencia por ciertos tipos de vegetación, logrando afectar elocuentemente la composición, el desarrollo y la salud del ecosistema local, siendo reconocidas por su capacidad defoliadora, llegando a ser consideradas como una plaga de gran magnitud en América (Muñoz, 2017).

Sin embargo, también son una parte integral dentro de los ecosistemas en los que habitan, debido a que desempeñan un papel decisivo en la descomposición de la materia orgánica y la aireación del suelo. Teniendo un impacto significativo en la vegetación local, siendo las encargadas de cortar hojas para cultivar hongos, que son su principal fuente de alimento.

Según Della, (2014), *Atta* en conjunto con *Acromyrmex* (Formicidae: Myrmicidae: Attini) son los géneros de hormigas arrieras dominantes en bosques fragmentados, debido al manejo inadecuado de la proliferación de colonias de hormigas, ya que comúnmente son controladas con cebos tóxicos. Actualmente la ecología de hormigas es un tema de interés dentro de la biología debido a la importancia económica ya que ocasionan daño en las plantas cultivadas, causando defoliación total o parcial.

Con base a lo anterior, este trabajo pretendió conocer su presencia, comportamiento y el impacto que tienen en la vegetación local, identificando las especies presentes, estableciendo su densidad poblacional, así mismo evaluando las preferencias de forrajeo que mantienen identificando de qué especie vegetal toman los recursos.

Realizar investigaciones sobre el comportamiento de hormigas arrieras, nos brinda evidencia del tipo de plantas que usualmente forrajean. Este estudio proporciona información valiosa que podría ser manipulada para llevar a cabo estrategias de manejo efectivas, restar cualquier impacto negativo e incentivar la convivencia entre especies, vegetación y la comunidad local. Además, los nuevos descubrimientos apoyan a la literatura científica sobre hormigas cortadoras de hojas en Ecuador, área que actualmente no cuenta con el interés necesario (Rodríguez & González, 2021).

Esta investigación contribuye al conocimiento e indaga que las hormigas cortadoras de hojas están cumpliendo su propósito de mejorar la vida de la naturaleza, los resultados de esta investigación tienen implicaciones significativas por la calidad de recolección de datos informativos en Loma Alta, permitiendo identificar las especies vegetales preferidas y las implicaciones de esta selección.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la densidad poblacional de las hormigas cortadoras de hojas, mediante observación y captura por trampa, relacionándolo con su preferencia vegetal.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las especies de hormigas cortadoras de hojas presentes en la zona, utilizando técnicas de observación estereomicroscópica y referencias de identificación.
- Calcular la riqueza de hormigas cortadoras en la Comuna Loma Alta, mediante el programa Estimates 9.0 siguiendo el protocolo ALL.
- Identificar las preferencias de recursos de forrajeo, a través de pruebas de elección y observación directa.

5. HIPÓTESIS

H0: La densidad poblacional de las hormigas cortadoras de hojas está relacionada con la disponibilidad y presencia de especies vegetales de su elección.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. GENERALIDADES DE LAS HORMIGAS

6.1.1. Antecedentes.

Las hormigas en general son considerados animales grandiosos por varias razones como: su diversidad, hábitos alimenticios, dominancia, fácil manejo, sensibilidad a cambios climáticos y por su importancia dentro de los ecosistemas, donde una de las más importantes es la simbiosis que mantiene con aproximadamente 465 especies de plantas de 52 familias, y con varios grupos de animales (áfidos, arañas, escarabajos, colémbolos, moscas, entre otros), la mayoría siendo relaciones simbióticas mutualistas (Alonso & Agosti, 2000).

En cuanto a literatura para hormigas, esta resulta ser muy extensa, con un aproximado de 40 000 referencias disponibles en cada aspecto de su biología, también muchos libros escritos que van desde el tratado “The Ants: Structure and Function” de Wheeler en 1910, hasta el enorme “The Ants” de Hölldobler y Wilson en 1990, así lo afirma Fernández (2003), denotando que la intriga por adentrarse un poco más en el mundo de las hormigas ha ido aumentando con el paso del tiempo.

Entre los trabajos realizados con hormigas cortadoras o arrieras está el de Escalante et al., (2006) donde se buscó conocer los géneros de hormigas presentes en el estado de Michoacán en México, a partir de un inventario, encontrando una gran variedad, resaltando el género *Atta*. También es necesario resaltar investigaciones ecológicas

como lo es el estudio de Baus en el 2002 sobre la interacción de hormigas en plantaciones de interés económico, demostrando que tienen preferencias sobre ciertas plantas que frecuentan según sus necesidades, es decir, son selectivas y no forrajean lo primero que encuentran y aquello va a depender de factores como la temperatura, el clima y las necesidades propias de la colonia.

En Colombia, se han realizado trabajos como el de (Sánchez & Urcuqui, 2011) en Cali, en el que muestran que existe relación entre el factor clima y la actividad de forrajeo de *A. cephalotes*, debido a que ellos afirman que en épocas secas acortan distancias cuando la disponibilidad de alimento es baja respecto a la época de lluvia donde recorren más distancias, aumentando la probabilidad de que regresen al nido sin nada, disminuyendo la tasa de forrajeo “exitosa”, indicando la relación que existe entre los niveles de forrajeo y la disponibilidad de alimento alrededor de la colonia.

Las hormigas cortadoras de hojas (Hymenóptera: Formicidae) pertenecen a la tribu Atinni, géneros *Atta* y *Acromyrmex*. Dentro del género *Atta* corresponden las siguientes; *A. cephalotes*, *A. colombica*, *A. laevigata* y *A. sexdens*; siendo la primera especie la más abundante, conocida vulgarmente como hormiga arriera (Muñoz, 2017). Mientras que, en el género *Acromyrmex* se encuentran especies y subespecies que son: *A. aspersus* var., *A. coronatus*, *A. octospinosus*, *A. hystrix*, *A. balzani*, *A. octospinosus*, *A. octospinosus echinator*, *A. rugosus* var. *santschii*.

Se conoce que mucho antes de que la humanidad evolucionara, hace aproximadamente 60 millones de años, esta especie de hormigas cortadoras de hojas inventaron su propia forma de agricultura. Creando así, franjas fúngicas subterráneas generando una relación simbiótica entre su hogar y el hongo creado (Main, 2020).

6.1.2. Hormigas arrieras o cortadoras de hojas

Son un grupo numeroso de insectos nativos de las Américas cuya distribución geográfica se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el sur de la Argentina, existen unas 40 especies de ellas, que se encuentran reunidas en dos géneros, *Atta* y *Acromyrmex*, que se caracterizan por cortar y recolectar fragmentos de hojas y flores de una gran variedad de plantas, siendo empleados para cultivar un hongo dentro de sus hormigueros, mismo que les sirve de alimento (Farji, 2003). La mayoría de los hongos cultivados por *Atta* pertenecen al grupo de los basidiomicetos, familia Lepiotaceae (Agaricales: Basidiomycota), en dos géneros principalmente, *Leucoagaricus* y *Leucocoprinus* (Leucocoprineae).

Un estudio de la revista (Nature Communications, 2020) realizado en Centroamérica reveló que este tipo de hormigas posee un exoesqueleto cubierto por una coraza natural, la cual contiene altos niveles de magnesio. Dicha capa consta

de diminutos cristales similares a placas que endurecen su exoesqueleto ayudándoles a no perder sus extremidades durante batallas con otras hormigas.

6.1.3. Castas

Son los miembros que conforman grupos especializados de la colonia que realizan varias funciones, en este caso se presentan tres grupos o castas de hormigas, donde encontramos: reina, obreras, zánganos; aquella ocurrencia de machos y hembras se debe a que la reina puede colocar huevos no fertilizados (haploides) que dan origen a los zánganos y huevos fertilizados (diploides) que dan origen a las subcastas de obreras: forrajeras, jardineras y soldados. La obrera, es la que realiza la mayoría de las tareas dentro del nido, como lo es la recolección de alimento, mantenimiento, asistencia a crías y defensa del nido (Hölldobler & Wilson, 2011).

6.1.4. Forrajeo

El forrajeo es un comportamiento o estrategia de búsqueda que presentan animales como las hormigas que se relaciona directamente con la obtención de recursos necesarios que sirvan de alimento, siendo normal dentro de la conducta de estos. Las técnicas de recolección de alimento pueden ser: individual, en la que las obreras salen del nido y regresan solas con alimento, comportamiento que es común en condiciones de baja densidad de alimento; y en grupos, donde las obreras forman filas para buscar y regresar al nido con alimento, frecuente cuando el alimento es

abundante. La aplicación de esta estrategia va a depender de factores como la disponibilidad de recursos, la dieta y la temperatura del suelo (Pérez, 2017).

6.1.5. Mutualismo hormiga - hongo

La relación mutualista resulta ser más compleja de lo que parece, esto se debe a la participación simbiótica de ciertas bacterias que crecen y producen productos químicos sobre las hormigas. Resulta que, si una especie determinada de planta es considerada tóxica para el crecimiento del hongo de la colonia, dejan de recogerlo. Es decir, las hormigas necesitan del hongo y el hongo necesita de las hormigas, ambos con un fin en común, sobrevivir (INTA, 2019).

6.1.6. Hormiguero o nido

Visto desde la superficie, un nido u hormiguero es simplemente un montículo de tierra que asoma en el terreno, donde se observa un pequeño agujero escondido y una cierta cantidad de hormigas que se dispersan a su alrededor. Sin embargo, debajo de ellos se construyen ciudades subterráneas que llegan a albergar a millones de individuos, llegando a alcanzar hasta 8 metros de diámetro basal y 0,8 metros de altura (Rodríguez J. , 2018).

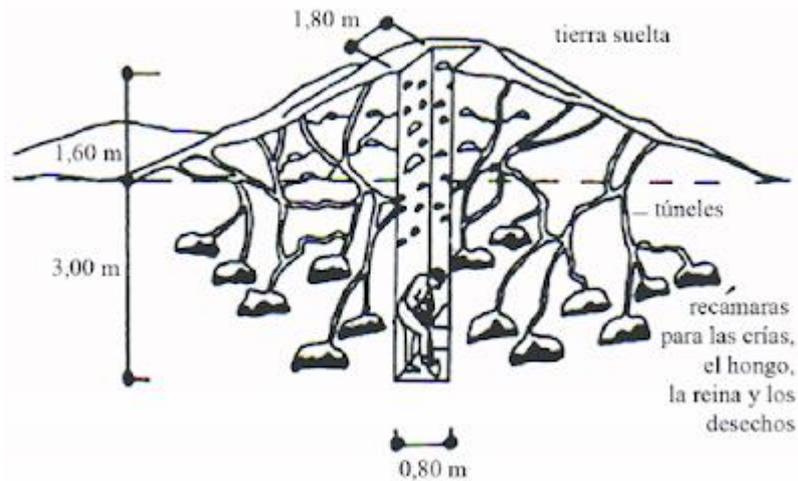


Figura 1. Hormiguero de *Atta cephalotes* Fuente: Rodríguez, 2018.

En el interior de las cámaras cultivan el hongo de jardín, donde usan hojas para formar una masa sobre el cual siembran el hongo. Cabe recalcar que un montículo maduro puede tener hasta 100 aberturas que conducen a las cámaras subterráneas.

6.1.7. Impacto ambiental

Estos insectos causan daños severos, por lo que devoran las áreas verdes o boscosas, llegando a ser un peligro y tienden a ser consideradas como plagas, por los índices de daños que puedan causar debido a que atacan hojas, flores y tallos para cumplir su objetivo de alimentarse. Y, al tener una preferencia específica pueden llegar a provocar pérdidas de una especie vegetal completa (Ríos et al., 2004).

6.1.8. Clasificación taxonómica

6.1.8.1. Género *Atta*

Reino: Animal

Filo: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenóptera

Familia: Formicidae

Género: *Atta*

Especie: *A. cephalotes*

6.1.9. Diferencias entre *Atta* y *Acromyrmex*

Las hormigas del género *Acromyrmex* tienen cuatro pares de espinas dorsales en el tórax, mientras que las del género *Atta* tienen tres pares. Así mismo, respecto al tamaño también presentan una diferencia significativa, ya que las hormigas *Atta* tienden a ser más grandes que las *Acromyrmex*. Respecto a distribución se conoce que ambos géneros se encuentran dentro de América, sin embargo, *Atta* posee una distribución más amplia. Finalmente, en cuanto a sus colonias las del género *Atta*

son más grandes llegando a contar hasta con un millón de individuos, mientras que *Acromyrmex* generalmente crea colonias pequeñas (Fernández, et al., 2015).



Figura 2. Diferencias, Atta y Acromyrmex. Fuente: Marabunta, 2016

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1. Descripción del área de estudio



Figura 3. Ubicación geográfica del área de muestreo. Fuente: Google maps & Gómez, 2024.

7.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Comuna Loma Alta, ubicado en el cantón Santa Elena, parroquia Manglaralto con coordenadas geográficas $1^{\circ}56'60''S$ de latitud y $80^{\circ}40'0,1''O$ de Longitud. Posee una extensión de 6 842 ha. El bosque cuenta con 2 senderos, de los cuales se escogió el sendero denominado “La Bramona” situado en las coordenadas iniciales ($1^{\circ}53'40''S$, $80^{\circ}37'17''O$) y finales ($1^{\circ}52'40''S$, $80^{\circ}35'41''O$).

7.1.2. División del área de estudio

El sendero “La Bramona” se dividió en 2 transectos de monitoreo con sus respectivas coordenadas tomadas, cada transecto contó con una extensión de 100 metros lineales, mismos que fueron subdivididos en áreas de 100 de largo por 8 de

ancho, dando una extensión total de 800 m² cada área, donde se aplicó la metodología conocida como captura por trampa considerando el protocolo ALL.



Figura 4. Estaciones de monitoreo del sendero "La Bramona".
Fuente google maps, Modificado por Malavé (2024)

| Sendero "La Bramona" | |
|----------------------|------------|
| Transecto #1 | 1°52'53" S |
| Transecto #2 | 1°52'50" S |

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de monitoreo.

7.1.3. Descripción metodológica

Una investigación "in situ" o de campo se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio (Bavaresco, 2001), en base a esto permite al investigador conocer de forma directa el presente problema, asimismo este método genera facilidad para el manejo y análisis de datos, lo cual aprueba que sea expuesto con seguridad y veracidad.

7.1.4. Duración de monitoreo

Se realizó entre agosto y octubre del 2024. Donde se llevó a cabo 2 monitoreos por mes, es decir, 6 ingresos al bosque para observación, aplicación de trampas, captura de especímenes y recopilación de datos. En todos los monitoreos se realizaron recorridos y búsqueda visual, tanto de manera diurna como nocturna, siguiendo el protocolo ALL aplicando métodos de capturas por trampas propuestas por (Piedra, 2015) siendo reconocidos como los más eficaces.

7.2. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

7.2.1. Métodos de captura de la hormiga cortadora de hojas

Según (Sarmiento, 2003), menciona que se debe tener en cuenta que, para estos insectos diminutos, nuestra presencia es muy evidente. Cuando nos acercamos a un lugar, el impacto de nuestros pasos puede ser como pequeños terremotos para ellos. Por lo tanto, es probable que las especies más esquivas y a menudo las más fascinantes, se oculten de inmediato o se queden inmóviles por un tiempo.

7.2.1.1. Protocolo ALL

Propuesto por (Alonsi & Agosti, 2000) comienza con un arreglo básico que utiliza dos de los métodos de colecta de hormigas que se han probado con éxito para muestrear los numerosos componentes de la mirmecofauna que habita en el suelo y en la hojarasca: el extractor mini-Winkler y las trampas de caída. Según (Delabie, 2000) estos métodos permiten un muestreo rápido, conciso y preciso, de tal manera

que este puede completarse en un total de 3 días por sitio si el investigador así lo desea.

7.2.1.2. Capturas mediante trampas

7.2.1.2.1. Trampas de caída:

En general, es un recipiente de superficie interna lisa y un poco perpendicular, el cual se encuentra lleno hasta la mitad con una mezcla compuesta de dos terceras partes de agua, unas gotas de jabón líquido y una tercera parte de alcohol etílico; este tipo de trampa se dispone enterrada en el suelo con el objetivo de que las hormigas que se acerquen caigan y queden atrapadas.

Se hizo uso de vasos plásticos desechables, siendo ubicados a una profundidad mínima de 10 cm. Además, cabe recalcar que (Sarmiento, 2003), menciona que los vasos muy pequeños son muy difíciles de manejar y algunas especies no caerán, mientras que los grandes incluirán animales grandes no deseados en el muestreo, por lo que se consideró el uso de vasos plásticos de 8 oz. El éxito de estas trampas descansa en el montaje adecuado, para lo cual (Piedra, 2015) recomienda:

1. Perturbar lo menos posible el área circundante, el suelo extraído se debe colocar en un pequeño montón, el hoyo con una profundidad necesaria para que se encuentre al nivel de la superficie del suelo y tenga varios

puntos de contacto como pedazos de hoja o palitos que faciliten la llegada de las hormigas.

2. Una vez enterrada la trampa se debe colocar la hojarasca en una disposición similar a la encontrada inicialmente y colocar una hoja grande que apenas tape el vaso. Un palito atravesado que no toque directamente los bordes de la trampa sirve de soporte para la hoja, ya que podría perder dureza al paso de las horas y acabar tapando la entrada.



Figura 5. Instalación de trampa de caída

Para este tipo de trampa, se usó un vaso plástico de 200 ml (8 oz) con 10 gr de azúcar previamente humedecida. Cada una de las trampas fue colocada a una distancia prudente del hormiguero, de manera aleatoria, con un tiempo de

recolección de aproximadamente 12 horas, ya que estas cumplían su función durante la noche, debido a que esta especie trabaja cuando empieza a oscurecer. Se aplicaron 10 trampas de caída, en el transecto 1.

7.2.1.2.2. Trampa Winkler

Está dirigida para capturar artrópodos del suelo, utilizada comúnmente durante el día. Se usa de la siguiente manera: se coloca en el suelo y la hojarasca en una bolsa plástica hermética grande para evitar que los animales huyan. Una vez llenas con la cantidad necesaria se pasan pequeños montones por el cernidor agitando fuertemente para que caiga al frasco inferior animales y hojarasca diminuta (Piedra, 2015).

Se aplicaron 10 réplicas, dentro del transecto 2, también de manera aleatoria, haciendo uso de los extractores mini-Winkler, siendo ubicados aleatoriamente a lo largo del transecto, posteriormente una vez realizado el proceso, toda la hojarasca tamizada fue devuelta al bosque. A continuación, la fauna capturada fue depositada en alcohol dentro de frascos plásticos, con las etiquetas correspondientes, para analizarlas en el laboratorio.



Figura 6. Aplicación del método mini winkler

Cabe recalcar que, las trampas mini winkler fueron elaboradas de manera manual haciendo uso de malla, alambre y tela negra, prometiendo el mismo resultado que brinda la trampa adquirida de manera comercial.

7.3. Muestreo y registro de distribución de especies

7.3.1. Selección de sitios de muestreos

Se eligieron dos sitios de muestreos, mismos que fueron seleccionados respecto a la cercanía de sus nidos y donde ya habían sido observadas previamente. El transecto 1 se encontraba ubicado unos metros con cercanía al río, mientras que el transecto 2 se encontraba un poco más alejado, manteniendo presente las condiciones ambientales del lugar.

7.3.2. Registros de especies

La hormiga cortadora de hojas fue registrada específicamente en términos de presencia o ausencia, respecto a su hormiguero debido a la relación directa entre su comportamiento y las condiciones ambientales. Llevar un registro de aquello, así mismo como la frecuencia en que son avistadas, es crucial para entender su ecología y el impacto que tienen los factores ambientales respecto a su comportamiento.

7.4. Identificación

7.4.1. Trabajo de laboratorio

Se hizo uso de un estereomicroscopio, en el cual fue colocado el espécimen siendo examinado cuidadosa y minuciosamente para poder realizar la identificación, donde se compararon las características morfológicas del espécimen con las descripciones de las guías de identificación y fuentes de otros trabajos de investigación anteriormente realizados con hormigas (Gómez, 2024).

7.4.2. Guías de identificación

(Martínez, 2014). Clave para la identificación de las subfamilias y los géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Costa Rica.

También se consideró aplicar métodos visuales mediante guías de identificación de especies vegetales para reconocer y determinar cuáles le llaman más la atención, ya que (Infante, 2021) menciona que la presencia de altas concentraciones de

metabolitos secundarios como alcaloides, terpenos y fenoles es uno de los factores que inciden de manera importante sobre el comportamiento de selección del material foliar por parte de las hormigas.

7.5. Cálculo de densidad y riqueza

Programa estadístico para el cálculo de riqueza

A partir de la especie encontrada, se estableció su género y especie, de igual manera se destacó el método de campo con el que se obtuvo al espécimen. Utilizando únicamente la información de los métodos que constan en el Protocolo ALL, que son trampas de caída y Mini winkler u hojarasca; posteriormente se estableció el formato necesario para ingresar los individuos colectados en cada sitio al programa Estimates 9.0 y se procedió a poner a correr el programa. Destacando el total de individuos capturados por transecto.

La riqueza estimada fue obtenida a través de índices no paramétricos de segundo orden, realizando curvas de acumulación de individuos con el programa Estimates 9.0 propuesto por (Piedra, 2015) quien menciona que aquello se realiza para calcular el rendimiento del muestreo y facilitar las comparaciones.

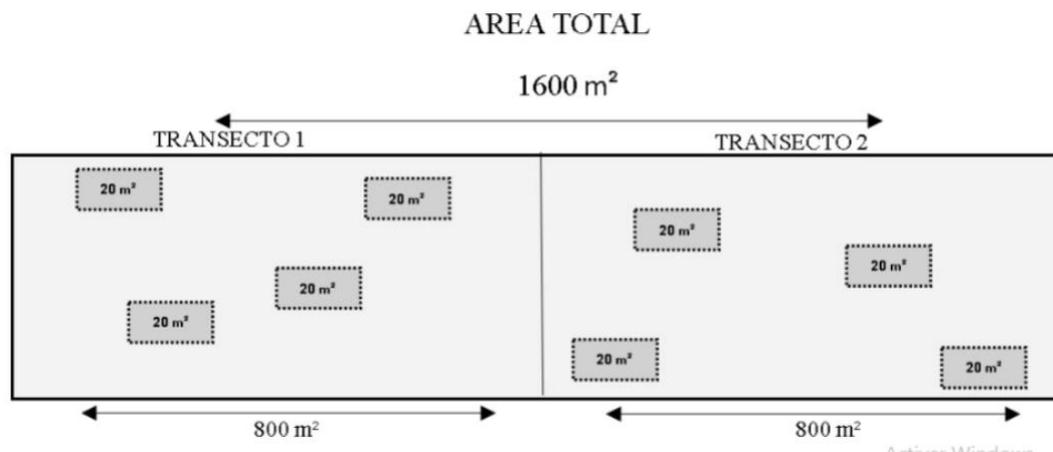
Fórmula para cálculo de densidad

$$Densidad = \frac{Número\ de\ individuos}{Área}$$

Número de Individuos: Este es el total de individuos de la especie que se están considerando en el estudio.

Área: Esta es la superficie en la que se ha contado el número de individuos. El área debe ser especificada en unidades de medida de superficie, como metros cuadrados (m^2), hectáreas (ha), kilómetros cuadrados (km^2), etc.

Para realizar el cálculo de densidad se dividieron ambos transectos en 4 parcelas de $20\ m^2$ cada uno. Una vez obtenidos los respectivos datos se procedió a sacar un promedio de los individuos contados, alcanzando un promedio general. Luego el valor promedio se dividió para la distancia total muestreada. Finalmente, se realizó una extrapolación del área total, obteniendo así la densidad poblacional del área de estudio (Sánchez & Urcuqui, 2011).



7.6. Recolecta de hojas – prueba de selección

(Sánchez A. , 2004) menciona que es preferible recolectar ejemplares en bolsas o envolturas de papel, ya que mantienen una mejor calidad al momento de secar, en caso de que se desee conservar la muestra.

Las hojas seleccionadas como ejemplares fueron aquellas que, durante la observación de campo, se encontraron siendo frecuentadas por hormigas o presentaban signos visibles de daño atribuibles a su actividad. En algunos casos, también se incluyeron plantas ubicadas en las cercanías de los nidos u hormigueros, pues es sabido que las hormigas cortadoras tienen patrones de recolección cercanos a sus nidos.

En este estudio, la técnica para determinar las preferencias que mantienen las hormigas cortadoras es la llamada “prueba de elección múltiple”. Dicha prueba consistió en brindar a las hormigas una diversidad de hojas de diferentes tipos y especies vegetales en un entorno controlado, observando cuáles eligen trozar y trasladar al nido. Dado que esta especie mantiene hábitos nocturnos, todas las pruebas realizadas se llevaron a cabo durante la noche simulando su entorno natural y mostrando comportamientos más precisos.

En la Figura 7. Se observa la disposición de diferentes tipos de hojas frente a las hormigas. Los colores indican varios tipos de plantas, mientras que los puntos negros figuran las hormigas. La dirección que toman las hormigas hacia las hojas de su elección nos permite deducir las preferencias alimentarias que mantienen y proporciona datos relevantes sobre la relación ecológica con la vegetación propia del lugar. Dicho experimento es clave para reconocer no solo qué plantas seleccionan, sino también los factores que influyen en sus elecciones, como es la disponibilidad de nutrientes, la defensa química o en su defecto, la textura que posee cada una.

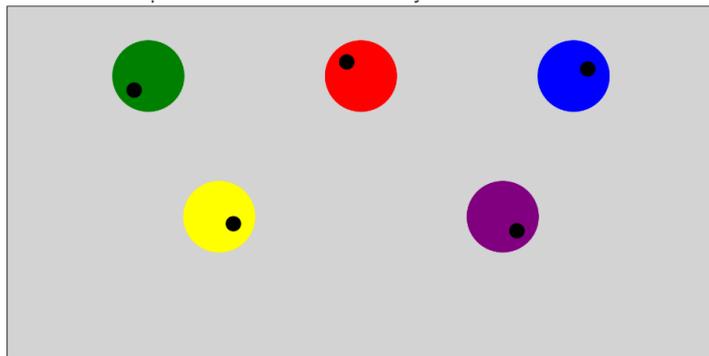


Figura 7. Explicación gráfica de técnica de prueba de elección aplicada.

Para llevar a cabo estas pruebas, se seleccionaron 10 tipos de vegetación preponderante en el área de estudio, afirmando que las especies elegidas se encontraran cercanas a sus nidos o donde se observaran mayores afecciones. La selección también se basó en la frecuencia de visita de las hormigas a estas plantas observadas dentro del campo. Indicando su porcentaje de deterioro. Garantizando que las pruebas reflejen las preferencias reales que mantienen las hormigas en su entorno natural. Efectuando un total de 6 pruebas, es decir, una por monitoreo.

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1. Esfuerzo de muestreo

Se realizaron un total de 6 recorridos en el sendero “La Bramona” con un resultado de 2 muestras/monitoreo, siendo divididos según el método de captura aplicado en cada transecto, desde agosto hasta octubre de 2024. Durante el periodo de estudio se necesitó el esfuerzo de dos personas, además del guía del lugar asignado. Llevando a cabo un total de 84 horas de estudio, es decir, 14 horas/muestreo, mismo que se llevó a cabo de manera diurna y nocturna.

8.2. Identificación de especies

Al momento de analizar las claves taxonómicas y dicotómicas, teniendo presente las características morfológicas que presentaba el espécimen capturado, se corroboró que la única especie de hormigas cortadoras que habita dentro de la zona de estudio es *Atta cephalotes*, presentando las siguientes características.

- *Atta cephalotes*

Obrera mayor: Presenta una cabeza casi tan larga como ancha, con lados convexos y un margen superior emarginado. La frente de la cabeza cuenta con pilosidad abundante y densa. Así mismo, se observan espinas occipitales cortas dirigidas hacia atrás, mandíbulas alargadas, estrechas, estrechamente curvadas en vista lateral, con un borde externo desigual en vista frontal. Escapos simples (cintura con una sola sección entre el tórax y el gáster). Espinas pronotales (zona

del tórax llamado pronoto) presentes de longitud variable, a veces engrosadas en la base. Espinas propodeales presentes (zona del tórax llamado propodeo), largas y dirigidas hacia atrás. Dorso del pecíolo con protuberancias. Dorso del pospecíolo con protuberancias. Dorso del opistogáster liso, cubierto con abundante pilosidad. Cabeza, mesosoma y opistogáster pardo oscuro, apéndices (patas y antenas) más claros. Pilosidad moderada sobre el cuerpo, incluyendo espinas, pelos curvos no más largos que el máximo diámetro del ojo (Pérez, 2017).



Figura 8. Espécimen de la hormiga cortadora del género Atta

Este género es de gran tamaño, presenta una longitud corporal que varía entre 6 y 12 mm para obreras, mientras que las reinas son considerablemente más grandes, pueden llegar a alcanzar hasta 25 mm de longitud y poseer alas. Así mismo, en cuanto a su coloración, las obreras generalmente son oscuras, con tonalidades que van desde el marrón hasta el negro y las reinas suelen tener un color más claro y

brillante, por ende, se considera que las muestras encontradas corresponden a obreras como tal, basándonos en la información, análisis y observación dentro del campo de estudio.

Como se observa en la Figura 8. Presentan un cuerpo segmentado en tres partes distintas: cabeza, tórax y abdomen. Su cabeza es grande en relación con el resto del cuerpo y tiene mandíbulas fuertes y robustas. Posee antenas codo a codo, típicas de las hormigas de este género. Sin embargo, cabe recalcar que, como en muchas especies de hormigas, las reinas son considerablemente más grandes que las obreras y tienen un abdomen más voluminoso, especialmente cuando están en estado reproductivo. (Lezaun, 2020)

8.3. Cálculo de la riqueza con el programa Estimates 9.0

La Tabla 2. Detalla los individuos colectados de cada uno de los monitoreos efectuados, mediante los dos métodos: "De caída" y "Mini Winkler". Cada monitoreo registró el número de individuos capturados en cada método. Observamos que el método "De caída" acumula más individuos en comparación con "Mini Winkler", con un total de 84 frente a 22, lo cual indica una mayor efectividad en la colecta de muestras en este caso. Estos datos fueron registrados para realizar la correspondiente curva de acumulación de individuos en donde permitió mostrar cómo se incrementa la captura conforme se realizan más monitoreos, alcanzando un punto en que la tasa de nuevos individuos capturados

podría estabilizarse. Además, esta acumulación permite entender la efectividad y complementariedad de ambos métodos en la recolección de datos poblacionales.

Tabla 2.

Individuos colectados en cada monitoreo y valor acumulado.

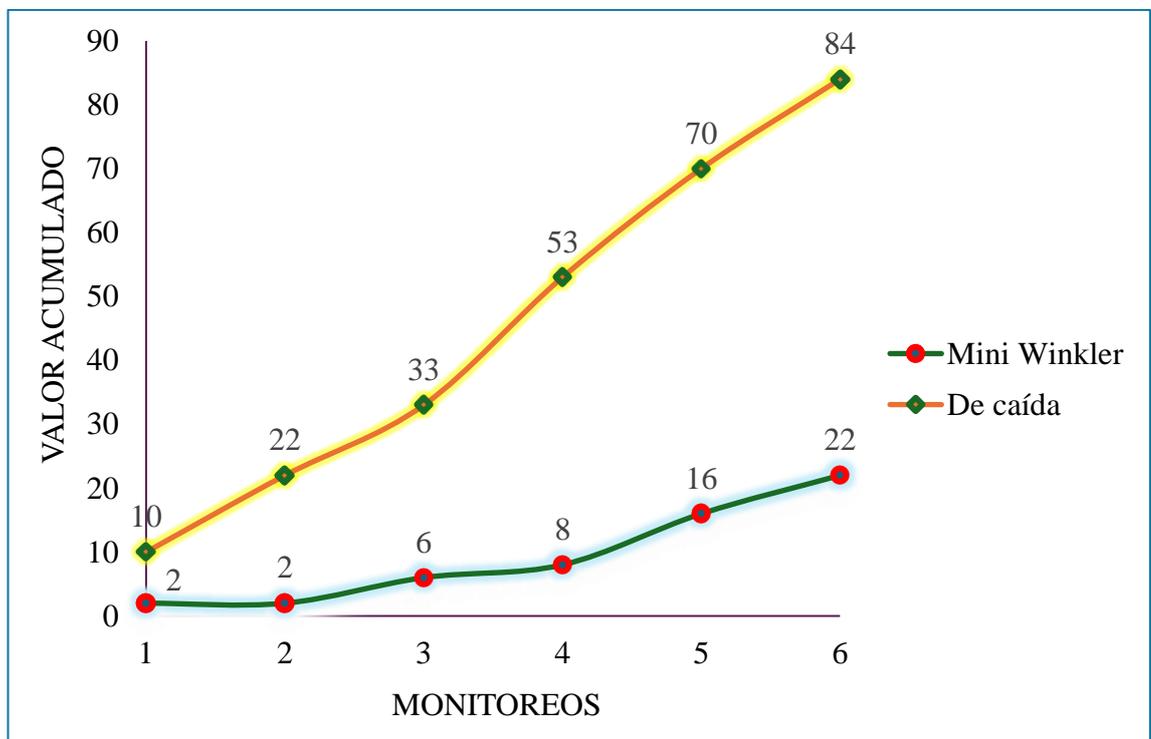
| INDIVIDUOS COLECTADOS | | | | |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Monitoreos | De caída | Acumulado de caída | Mini Winkler | Acumulado de Mini Winkler |
| Monitoreo 1 | 10 | 10 | 2 | 2 |
| Monitoreo 2 | 12 | 22 | 0 | 2 |
| Monitoreo 3 | 11 | 33 | 4 | 6 |
| Monitoreo 4 | 20 | 53 | 2 | 8 |
| Monitoreo 5 | 17 | 70 | 8 | 16 |
| Monitoreo 6 | 14 | 84 | 6 | 22 |
| Total | 84 | | 22 | |

En la Figura 9. Se observa la acumulación de individuos, en donde se muestra dos curvas que representan el número total acumulado de hormigas capturadas a lo largo de seis monitoreos utilizando los dos métodos: "De caída" (línea naranja) aplicado en el transecto 1 y "Mini Winkler" (línea verde) aplicado en el transecto 2. La línea naranja, correspondiente al método de caída, el cual muestra un incremento progresivo más pronunciado en comparación con el método Mini Winkler, empezando con la colecta de 10 individuos, posteriormente 22, 33, 53, 70 y 84, lo que indica

que este método es más eficiente en la captura de individuos en el área de estudio. A medida que avanza el monitoreo, la curva del método de caída continúa creciendo de manera casi lineal, sugiriendo que aún podrían encontrarse más individuos con mayor esfuerzo de muestreo. Por otro lado, la curva del método Mini Winkler tiene un aumento más gradual, lo que sugiere una posible estabilización en la acumulación de individuos con este método dado que en los dos primeros monitoreos se colectaron 2 individuos, posteriormente 6, 8, 16 y 22 individuos.

Figura 9.

Curva de acumulación de individuos



Nota. Monitoreos y valor acumulado de las dos técnicas aplicadas.

La curva de acumulación de individuos nos indica claramente que dentro del transecto número 1 existe mayor presencia de hormigas cortadoras, de la misma manera que nos muestra que el método de caída es más efectivo para llevar a cabo un estudio de mirmecofauna y esto conlleva a englobar otros factores como lo es la ubicación del transecto, ya que aquel se encontraba con cercanía al río, es decir, tenía más humedad y por ende mayor vegetación. Por otro lado, dentro del transecto número 2 donde se aplicó el método Mini winkler no hubo mayor presencia de individuos, debido a que se encontraba ubicado en una zona más alejada al río, además de que el método seleccionado no fue tan convincente, destacando que efectivamente, las hormigas son muy selectivas y prefieren las hojas frescas, más no la hojarasca acumulada.

8.4. Cálculo de densidad poblacional

Para el cálculo de densidad se dividió cada transecto en 4 parcelas de 20 metros cuadrados, donde se contabilizó lo siguiente, respectivamente:

Transecto 1.

$$N_{Transecto\ 1} = 850 + 1500 + 785 + 1050 = 4185\ hormigas$$

Transecto 2.

$$N_{Transecto\ 2} = 750 + 620 + 125 + 568 = 2063\ hormigas$$

Suma total:

$$N_{Total} = 4185 + 2063 = \mathbf{6248 \text{ hormigas}}$$

Densidad promedio de ambos transectos:

Se multiplica el número de parcelas por el área seleccionada. Obteniendo el área total que fue muestreada: $8 \times 20 = \mathbf{160 \text{ m}^2}$

$$D_{prom} = \frac{N_{Total}}{\text{Área muestreada}} = \frac{6248 \text{ hormigas}}{160 \text{ m}^2} = \mathbf{39,05 \text{ hormigas/m}^2}$$

Extrapolación área total de estudio

$$N_{estimado} = D_{promedio} \times A_{Total}$$

$$N_{estimado} = 39,05 \frac{\text{hormigas}}{\text{m}^2} \times 1600 \text{m}^2 = \mathbf{62,480 \text{ hormigas}}$$

Se considera que dentro del espacio total de muestreo existen aproximadamente 62,480 hormigas, destacando un mayor número de individuos presentes dentro del transecto 1. Este cálculo supone una distribución uniforme de hormigas en todo el espacio total, sin embargo, si las hormigas se concentran en ciertas áreas, podría existir una variación significativa en la estimación real.

Por lo tanto, se considera una zona rica en vegetación que contiene los nutrientes necesarios para mantener estable la densidad poblacional de la especie como tal, comprobando la veracidad de la hipótesis de este estudio, que indica que su densidad poblacional depende de la disponibilidad de especies vegetales preferidas, siendo una especie necesaria para la descomposición de nutrientes, aireación del suelo y como control o equilibrio de la vegetación.

8.5. Caracterización del entorno

La región es conocida por su diversidad, con más de 218 especies de árboles y plantas epífitas, con un microclima de bosque de garúa propio de la región, que brinda nutrientes a la vegetación y mantiene las aguas subterráneas. Incluye ecosistemas secos y húmedos con árboles nativos como algarrobo, bototillo, guasango y ciruelo (Lezaun, 2020).

Las características del entorno como tal dependen mucho del transecto en el que se encuentren. El transecto 1 se encontraba cercano al río, por lo que su suelo era húmedo y con precipitaciones, con abundante vegetación viva. Por lo contrario, en el transecto 2, la humedad era mínima debido a que se encontraba un poco más alejado al río y su vegetación se basaba más en hojarasca seca a su alrededor.

8.6. Preferencias de recursos de forrajeo - pruebas de elección.

Dentro de las especies se pueden incluir árboles frutales, plantas ornamentales, vegetación herbácea y especies nativas propias de la Comuna Loma Alta. Se considera que la presencia de las hormigas varía según el tipo de vegetación y las características del hábitat (Astudillo et al., 2017).

Entre las especies de plantas seleccionadas para realizar las respectivas observaciones al aplicar las pruebas de elección, se encuentran las siguientes; mismas que fueron seleccionadas al observar el daño que mantenían a simple vista durante el día sin la presencia de las hormigas.

Ceratonia siliqua (algarrobo): Es una planta dicotiledónea propia de los bosques tropicales secos, su aporte es imprescindible por la calidad de sus hojas debido a que posee alto contenido de proteínas en ellas, con un aproximado de entre 15% a 25% y por la energía que aporta por ser una vaina azucarada siendo apreciada como fuente nutritiva (Lino, 2018).



Figura 10. *Ceratonia siliqua*

Acnistus arborescens (cojojo): Es un arbusto de hasta 6 m de altura, habita en bosques que van de secos a húmedos. Posee hojas simples, alternas, elípticas y lanceoladas, de 7-20 cm de longitud y 3-8 cm de ancho. También tiene flores actinomorfas y fragantes, que generan un fruto tipo baya, jugoso, anaranjado o amarillo (Aguirre, 2012).



Figura 11. *Acnistus arborescens*

Theobroma cacao (Cacao): Es un árbol de pequeña talla, perennifolio, de 4 a 7 m de altura (cultivado). Posee hojas alternas, colgantes, elípticas u oblongas de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, con un margen liso, ligeramente gruesas, con un margen liso, de coloración verde un poco más oscura en el haz. Así mismo, posee nutrientes valiosos que son necesarios para el desarrollo y crecimiento del hongo que forman las hormigas (Linné, 1753).



Figura 12. *Theobroma cacao*

Cedrela odorata (Cedro amargo): Es un árbol maderable que puede alcanzar entre 10 y 40 metros de altura, su tronco es recto y cilíndrico, posee una corteza rugosa y fisurada, de color marrón rojizo, sus hojas son pinnadas y compuestas, con 6 a 12 pares de folíolos. La madera que produce tiene un alto valor comercial ya que suele ser utilizada en ebanistería y carpintería (González & Zamora, 2023).



Figura 13. *Cedrela odorata*

Citrus limon (limón): Es un árbol frutal que llega a medir entre 3 y 6 metros de altura, posee hojas de tonalidad verde oscuro, ovaladas y brillantes, con bordes finos y dentados, su fruto es una baya elipsoidal con piel verdosa amarillenta brillante y texturizada. Su fruto tiene una alta demanda comercial dentro y fuera de la comuna. Esta planta posee compuestos volátiles que suelen ser atractivos para las hormigas, buscando beneficios para el desarrollo de su hongo (Osbeck, 2014).



Figura 14. *Citrus limon*

Ficus luschnathiana (Higuerón): Es un árbol de aproximadamente 20 metros de altura, su copa es frondosa, posee hojas elípticas con un haz y un envés verdes pálido. Esta planta produce un líquido lechoso conocido como látex que puede llamar la atención de las hormigas y ayudar a alimentar sus larvas, mejorando el entorno de cultivo del hongo (Acosta, 2021)



Figura 15. *Ficus luschnathiana*

Guazuma ulmifolia (Guasmo – Hoja ancha): Es un árbol o arbusto mediano, que va de 2 a 15 metros de altura, posee una corteza rugosa, sus hojas son alternas, con una forma que van de ovales a lanceoladas, de coloración verde oscuro en la parte superior y más claro en la parte inferior, sus frutos están llenos de semillas. Es considerada como una planta maderable o medicinal.



Figura 16. Ilustración 15. *Guazuma ulmifolia*

Piper hispidum (Cofalillo): Es un tipo de planta perenne que crece como arbusto, puede llegar a alcanzar hasta un metro de altura, posee hojas alternas, lanceoladas y de coloración verde oscuro, con medidas de 8 – 17 cm de largo y 5 – 9 cm de ancho, dentro de la comuna solo es considerado como vegetación común, es decir, no aporta beneficios económicos dentro de la comunidad, crece y se desarrolla sola (Naturalist México, 2015).



Figura 17. *Piper hispidum*

Guadua angustifolia (Caña guadúa): Es una especie de bambú gigante propia de Ecuador, dentro de la comuna es considerada una de las plantas más importantes, debido a los múltiples usos que esta puede tener. Llega a medir hasta 25 metros de altura, sus hojas son largas, estrechas y de coloración verde oscuro, con largos tallos, espinosos y robustos. La madera que produce es bastante apreciada por su resistencia y durabilidad (MAG, 2024).



Figura 18. . Guadua angustifolia

Carludovica palmata (Paja toquilla): Es una planta similar a una palmera que puede llegar a tener 4 metros de altura, con hojas grandes en forma de abanico y de coloración verde brillante. Es famosa y mayormente producida por su fibra que es utilizada para tejer sombreros, bolsos u otros artículos, siendo considerada una de las plantas con importancia económica producida dentro de la zona.



Figura 19. Carludovica palmata

Al realizar los experimentos de elección de forrajeo, se observó que las hormigas mostraron una clara preferencia por ciertos tipos de vegetación sobre otros, siendo observadas durante sus largos caminos de traslado hacia el nido. En la tabla 4 se

registran las veces en que fueron frecuentadas las hojas expuestas a dicha observación, donde fueron seleccionadas de la siguiente manera: *Ceratonia siliqua* en las pruebas 1, 3 y 4; *Acnistus arborescens* y *Cedrela odorata* en la prueba 2; *Theobroma cacao* en las pruebas 1, 3, 5 Y 6; *Citrus limon* en las pruebas 2, 3, 4, 5 y 6; *Ficus luschnathiana* en las pruebas 1 y 5; *Guazuma ulmifolia* solo en la prueba 4; *Piper hispidum* en las pruebas 1, 2, 3, 4, 5 y 6; mientras que *Guadua angustifolia* y *Carludovica palmata* no fueron seleccionadas en ninguna de las pruebas realizadas, debido a que sus hojas son más resistentes respecto a las demás especies seleccionadas.

Tabla 3.

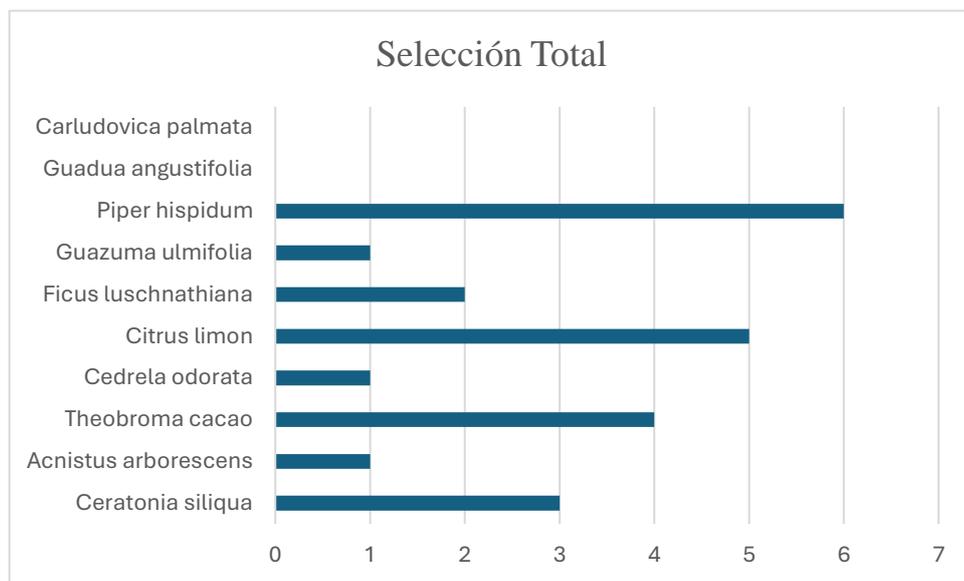
Preferencia de recursos de forrajeo seleccionada por las hormigas

| Plantas | Pruebas | | | | | |
|-----------------------------|---------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Ceratonia siliqua</i> | X | | X | X | | |
| <i>Acnistus arborescens</i> | | X | | | | |
| <i>Theobroma cacao</i> | X | | X | | X | X |
| <i>Cedrela odorata</i> | | X | | | | |
| <i>Citrus limon</i> | | X | X | X | X | X |
| <i>Ficus luschnathiana</i> | X | | | | X | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | | | | X | | |
| <i>Piper hispidum</i> | X | X | X | X | X | X |
| <i>Guadua angustifolia</i> | | | | | | |
| <i>Carludovica palmata</i> | | | | | | |

En la Figura 20. Se observa que las especies vegetales que más llamaron la atención de las hormigas cortadoras fueron: *Piper hispidum*, *Citrus limon*, *Theobroma cacao* y *Ceratonia siliqua*. Esto se debe a que estas plantas contienen una combinación de compuestos químicos volátiles, nutrientes y aceites esenciales que las hacen atractivas, pues estos componentes no solo les sirven de guía, sino que también proporcionan el sustrato necesario para cultivar el hongo del cual se alimentan y subsisten entre ambos.

Figura 20.

Selección total de forrajeo durante pruebas de elección



Nota: La selección de plantas fue dada por la importancia económica, abundancia y selección observada dentro del sendero.

Se considera que la especie vegetal mayormente frecuentada por las hormigas cortadoras del género *Atta* es *Piper hispidum*, presentando un 15% de deterioro, pero al ser este un arbusto, no existe problema con la población de la comuna. Sin embargo, también afecta a otras plantaciones que, si brindan un aporte económico y beneficio a la comunidad, entre ellas están *Citrus limon* con un 10% de deterioro, *Theobroma cacao* con un 8% de deterioro y *Ceratonia siliqua*, con un 5% de deterioro, por lo que es considerada como una especie plaga en ciertos tipos de vegetación, Alcanzando a afectar hasta el desarrollo de sus frutos. Es decir, numerosos cultivos son afectados por la defoliación de esta especie, donde plantas jóvenes reciben más daño.

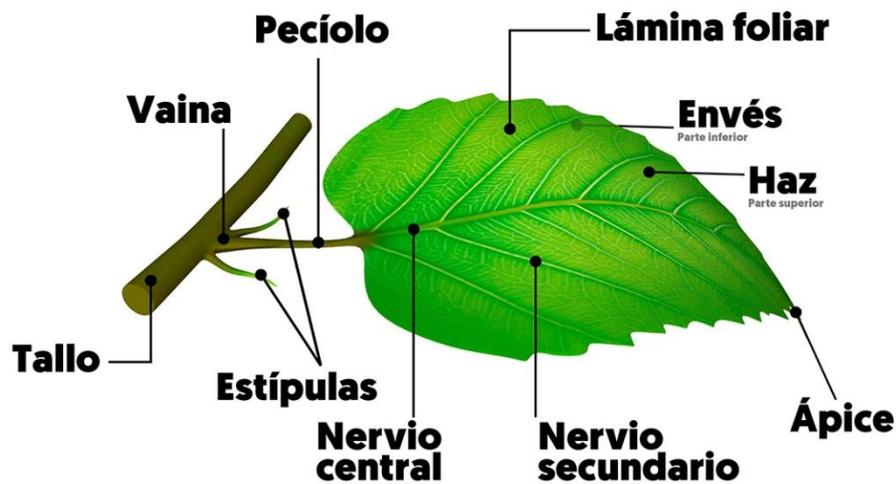


Figura 21. Partes de una hoja

Fuente: Naturalist, 2019

Siendo el ápice, la lámina foliar, el margen y parte de su nervadura, las partes más afectadas, considerándose las más accesibles, lo cual al ser hojas tiernas y fibrosas facilitan el corte, siempre manteniendo cierta preferencia por las hojas que aún no han tenido daños, siendo las más adecuadas para cumplir con su objetivo.

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <i>Piper hispidum</i> (Cofalillo) | <i>Citrus limon</i> (Limon) | <i>Theobroma cacao</i> (Cacao) | <i>Ceratonia siliqua</i> (Algarrobo) |

Tabla 4. Representación del deterioro de las hojas de preferencia

Además, se considera que los cítricos como el *Citrus limon* les atrae debido a que contiene compuestos aromáticos, vitamina C, flavonoides y aceites esenciales, siendo hojas tiernas y poco fibrosas. De igual manera, *Theobroma cacao*, al poseer teobromina (alcaloide), cafeína, triglicéridos y por tener hojas en grandes cantidades. *Ceratonia siliqua* por lo consiguiente, tiene hojas más duras respecto a las anteriores, sin embargo, pese a eso su contenido de vitaminas, minerales y ácidos grasos compensa la dificultad del corte. Finalmente, respecto a por qué seleccionan con mayor abundancia a *Piper hispidum*, pues presentan hojas mucho más tiernas y por ende fáciles de cortar, además de ser beneficiosa para el crecimiento del hongo que cultivan presentando aceites esenciales como β -pineno, α -pineno, σ -3-careno, entre otros.

9. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.DISCUSIÓN

Según (Fernández et al, 2015) en un estudio realizado en Bogotá, Colombia, menciona que *Atta cephalotes* es la especie con mayor distribución en bosques, destacando entre todas las especies de hormigas arrieras presentes en el mundo. Por lo que, se considera una especie común dentro del Ecuador, recalcando que son cercanos y poseen extensos bosques húmedos con abundante vegetación, propios para generar el sustrato preciso que necesitan las hormigas para subsistir, presentando ciertas características como lo son tres pares de espinas dorsales en el tórax, que las distingue de las demás y nos ayuda a identificarlas.

El primer estudio realizado dentro de la Comuna fue llevado a cabo en 2023, por (Gómez, 2024), llevando el enfoque hacia la hormiga *Paraponera clavata*, donde afirma haber observado hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* durante los monitoreos realizados en su estudio, presentando información valiosa que nos indica que la presencia de esta especie es abundante y no existe mucha diferencia con este estudio, si respecto a densidad poblacional se trata.

Con los métodos efectuados mencionados en el Protocolo ALL, propuestos por (Piedra, 2015), se continúa demostrando la efectividad de sus trampas siendo en este caso la trampa de caída la más efectiva y por ende la que obtuvo mejores resultados, brindando así un mayor manejo de especímenes, sin embargo, menciona

que en su estudio el método más efectivo fue el mini winkler, mostrando un hallazgo de aproximadamente 28 especies dado que no se enfocó en un solo tipo de hormiga, entonces, discrepando sus resultados y destacando los hallazgos de este estudio que se enfocó en hormigas cortadoras, se afirma que el método más efectivo si a especies de insectos nocturnos nos referimos, es el de la trampa de caída, logrando capturar 84 especímenes.

Cabe recalcar que la efectividad y elección de la trampa siempre va a depender de factores como su ubicación, el tipo de cebo a utilizar y la densidad de la población de insectos. Además, un estudio realizado por (Bio-Nica, 2021) en Nicaragua ejecutó varias giras al parque forestal con la finalidad de demostrar la efectividad de las trampas de caída, encontrando que las que utilizan cebos orgánicos resultan ser hasta un 89,68% más efectivas que las trampas de cebo inorgánico que solo obtuvieron un 10,37% de efectividad. Destacando así la efectividad del uso de material orgánico utilizado en esta investigación.

Por otro lado, respecto a la preferencia de vegetación que mantienen las hormigas cortadoras de hojas esta varía dependiendo de sus necesidades. Estudios como el de (Fundación CIPAV, 2020) y el de (Pérez, 2017) han revelado que esta especie recorre espacios considerables, que involucra la búsqueda del recurso, su manipulación y el regreso a la colonia. Indicando que *Atta cephalotes* tiene preferencias de forrajeo direccionadas hacia árboles o plantas leñosas, siendo así

los árboles de gran tamaño los que mayormente seleccionaban como es el caso del *Citrus limon*, *Theobroma cacao* y el *Ceratonia silicua*, no obstante, existen excepciones como ocurrió con *Piper hispidum* presentando un 15% de deterioro, el cual es un arbusto menor a un metro, siendo el más frecuentado por las hormigas durante las pruebas de elección.

Pocos estudios han demostrado que las hormigas arrieras tienen preferencias hacia ciertos tipos de vegetación. Sin embargo, esta investigación logró evidenciar que son muy selectivas y no introducen cualquier tipo de sustrato dentro de sus nidos e incluso si llegan a observar alguna reacción desfavorable en el desarrollo del hongo que cultivan al momento de introducir una nueva especie vegetal, dejan de trozarlas y optan por otras para mejorar su calidad. La agencia (FAPESP, 2016) revela que existe una hipótesis evolutiva que indica que las hormigas fuerzan al hongo a mantener la misma forma en todas las colonias, para descartar variantes que afecten el proceso asociativo entre ambos.

Esta especie es un recurso importante ecológicamente, siendo los herbívoros principales de los bosques tropicales, buenos bioindicadores y productores de desechos que son ricos en potasio, fósforo, magnesio, nitrógeno, calcio y un pH controlado, teniendo mayor cantidad de nutrientes que el abono que produce un bovino.

9.2.CONCLUSIONES

La especie de hormiga cortadora encontrada en el presente estudio fue del género *Atta* siendo la especie *Atta cephalotes* que son hormigas que recorren largas distancias para llevar a cabo el forrajeo, pese a su considerable tamaño, se encargan de llevar el sustrato necesario y desarrollar su alimento, en este caso gracias a que la zona de estudio es húmeda favorece el desarrollo del hongo que cultivan, siendo el motivo por el cual habitan dentro de la comuna Loma Alta. Los especímenes recolectados presentaron características que destacan y diferencian a esta especie, como lo son sus tres pares de espinas dorsales en el tórax, su peculiar tonalidad parda oscura y su pilosidad moderada sobre el cuerpo, siendo puntos clave para su correcta identificación.

La curva de acumulación de individuos permitió describir el esfuerzo de muestreo necesario para captar de manera representativa la biodiversidad en una comunidad biológica específica. Al graficar el número acumulado de individuos capturados en función del número de monitoreos, observamos que la trampa de caída en el monitoreo 4 tuvo mayor efectividad teniendo como resultado 20 individuos capturados dentro del transecto 1, respecto a la trampa mini winkler dentro del transecto 2 que fue de 8 individuos capturados en el monitoreo 5, siendo los monitoreos que destacan en cada caso. Generando así un valor acumulado total de 84 individuos para la trampa de caída y de 22 individuos para la trampa mini winkler, indicando que el método más efectivo a aplicar en futuras investigaciones es el de caída. De la misma manera se enfatiza su densidad poblacional promedio

existente, teniendo un aproximado de 62,480 hormigas dentro de ambos transectos en un espacio total de 800 metros cuadrados.

Por ende, se concluye que, la densidad poblacional de las hormigas cortadoras si depende de la disponibilidad de especies vegetales preferidas dentro de una zona específica. Esta selección se da por diversos factores como lo es el clima, mismo que llegó a tener cambios bruscos debido a la sequía que atraviesa el país, también por nutrientes propios de la vegetación donde mostraron mayor dirección a plantas leñosas, con aceites esenciales, vitaminas y minerales, e inclusive basándose en las necesidades que implique mantener el hongo en desarrollo y condiciones que no afecten a la colonia en general. Y, aunque puedan ser consideradas una plaga, no todas las plantas se encuentran en peligro de ser forrajeadas de manera excesiva generando problemas a futuro, ya que dicha especie también brinda nutrientes al suelo, ayudan en la erosión y descomposición de materia orgánica, generando así un equilibrio ecológico.

9.3.RECOMENDACIONES

- Estudiar el comportamiento que mantienen las hormigas cortadoras de la especie *Atta cephalotes* presente en esta u otras zonas de estudio, generando la necesidad de indagar sobre este tipo de insectos del orden himenóptera, promoviendo la curiosidad de las nuevas generaciones.
- Ampliar los conocimientos y emplear otros métodos que puedan llegar a ser efectivos para llevar a cabo estudios dentro de la mirmecofauna, englobando los ya mencionados y realizando comparaciones entre ambos.
- Fomentar investigaciones que se enfoquen netamente en el análisis del hongo que proliferan dentro de sus nidos para comprender mejor el motivo de su elección y los componentes que posee.

10. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M. (2021). *Herbario.Istmas*. Obtenido de <https://herbario.istmas.edu.ec/moraceae/higueron/>

Aguirre. (2012). *Proyecto de manejo forestal sostenible ante el cambio climático, MAE/FAO*. Obtenido de https://enf.ambiente.gob.ec/web_enf/documentos/especiesForestalesBosqueSeco.pdf

Alonso, & Agosti. (2000). Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. En *Standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (págs. (Pp: 1-8)).

Alvarado, C. (2014). Diversidad de hormigas cortadoras de hojas en tres usos de suelo en la vereda El Cabuyal del Municipio de La Plata, Huila. 42. Obtenido de [file:///C:/Users/sheyl/Downloads/hcoronado,+Art%C3%ADculo+3%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sheyl/Downloads/hcoronado,+Art%C3%ADculo+3%20(1).pdf)

Antglobe. (marzo de 2024). Obtenido de <https://www.antglobe.com/product-page/acromyrmex-lundii#:~:text=Acromyrmex%20lundii%2C%20commonly%20known%20as,typically%20has%20a%20single%20queen.>

Astudillo, E., Pérez, J., Trocoli, L., & Aponte, H. (2017). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. Obtenido de <http://rev.mex.biodivers.unam.mx/index.php/es/reserva-ecologica-comunal/>

Baus, E. (2002). *Interacción de hormiga-planta en Inga edulis y entomofauna asociada (Tesis de pregrado)*. Quito-Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://catalogobiblioteca.puce.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=116838>

Bavaresco. (2001). *Fase II desarrollo*. Obtenido de <https://virtual.urbe.edu/tesispub/0082306/fase02.pdf>

Bio-Nica. (2021). Obtenido de <http://www.bio-nica.info>>RevNicaEntorno>225.2021

BirdLife International. (2024). Obtenido de <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/reserva-ecológica-comunal-loma-alta-iba-ecuador>

CORDIS. (2020). *Comisión Europea*. Obtenido de <https://cordis.europa.eu/article/id/444138-investigating-the-remarkable-fungus-farming-of-ants/es>

Delabie. (2000). *Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution.

Della. (2014). Managing leafcutting ants: peculiarities,. En *Pest Management Science* (págs. 70: 14–23).

Escalante, Saavedra, & Vásquez. (2006). Géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Estado de Michoacán. *BIOLÓGICAS*.

FAPESP. (2016). Obtenido de <https://agencia.fapesp.br/un-estudio-devela-el-mecanismo-evolutivo-que-puede-llevar-al-control-de-las-hormigas/22572>

Farji. (2003). *Conflictos de tránsito en hormigas. Laboratorio Ecotono*. Universidad Nacional del Comahue-Conicet.

Fernández. (2003). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*.

Fernández, F., Castro-Huertas, V., & Serna, F. (2015). *Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: Acromyrmex & Atta (Hymenoptera: Formicidae)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://www.antwiki.org/wiki/images/0/06/Fernandez_et_al_2015_atta_and_acromyrmex_of_colombia.pdf?form=MG0AV3

FuEDEI. (2020). *Atta spp., Acromyrmex spp. (Hormigas cortadoras de hojas) Atta spp., Acromyrmex spp. (Hormigas cortadoras de hojas)*. Obtenido de <https://fuedei.org/atta-spp-acromyrmex-spp-hormigas-cortadoras-de-hojas/>

Fundación CIPAV. (2020). *Ecología de hormigas en sistemas silvopastoriles*. (FAO.org, Ed.) Cali, Colombia.

Gómez, B. (2024). *DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA Paraponera clavata (HORMIGA BALA) EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR*. UPSE. Obtenido de https://www.google.com/search?q=que+es+un+articulo+de+jornal&rlz=1C1YTUH_esEC1061EC1061&oq=que+es+un+articulo+de+jornal&gs_lc

rp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQABgKGIAEMgkIAhAAGAo
YgAQyCggDEAAYogQYiQUyCggEEAAYgAQYogTSAQg2NDczajBqN
6gCALACAA&sourceid=chrome&ie

González, R., & Zamora, C. (2023). *Árboles frutales y maderables melíferos*. Provincia de Manabí: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Obtenido de <https://munayi.ulead.edu.ec/wp-content/uploads/2023/10/libro-arboles-meliferos.pdf>

Gutiérrez, P. (2014). *Clave para la identificación de las subfamilias y los géneros de hormigas*. Costa Rica: Escuela de biología.

Hölldobler, & Wilson. (2011). *Viaje a las hormigas*. EE.UU.: Barcelona Crítica.

Infante, D. (2021). Obtenido de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1504-seleccion-de-hojas-por-las-hormigas-arrieras>

Infante, D. (2021). (S. d. arrieras, Ed.) Obtenido de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1504-seleccion-de-hojas-por-las-hormigas-arrieras>

Infante, D., & et al. (2022). *INECOL*. Obtenido de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1143-fungicultura-por-hormigas>

INTA. (2019). *Hormigas cortadoras de hojas*. Obtenido de <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12508/>

INTA_CRMisiones_EEAMontecarlo_Scherf_A_Hormigas_cortadoras_M
etodos%20de%20control.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lezaun, J. (Agosto de 2020). *Croplife*. Obtenido de
[https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/hormiga-arriera-atta-
cephalotes](https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/hormiga-arriera-atta-
cephalotes)

Linné, C. (1753). *Species Plantarum*. En *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas*. (págs. 253 - 257). Secunda, aucta.

Lino, M. (2018). *ESTUDIO AGROSOCIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DEL ALGARROBO (Prosopis juliflora (SW)DC. EN LAS BALSAS DEL CANTÓN SANTA ELENA*. Las Balsas, Santa Elena: Repositorio UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4303/1/UPSE-TAA-2018-0014.pdf>

MAG. (2024). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/cana-guadua-cultivo-con-potencial-para-un-desarrollo-sostenible-de-las-naciones/>

Main, D. (26 de noviembre de 2020). Las hormigas cortadoras de hojas tienen una coraza biomineral nunca vista en insectos. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/animales/2020/11/hormigas-cortadoras-de-hojas-coraza-biomineral-nunca-vista-en-insectos#:~:text=Las%20hormigas%20cortadoras%20de%20hojas%20se>

%20llaman%20as%20AD%20por%20sus,las%20granjas%20de%20hongs%20subterr%20A1neas

Martínez, P. G. (2014). *Clave para la identificación de las subfamilias y los géneros de hormigas (Hymenoptera:Formicidae) Costa Rica*. Universidad Estatal a Distancia . San José, Costa Rica: Redalyc. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651795012.pdf>

Muñoz, N. (2017). *Hormigas cortadoras de hojas en el departamento del Vaupés, Colombia: Una propuesta de manejo integrado*. Vaupés: SENNOVA. Obtenido de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6742/Revista%20Vaup%20A9s%20Innova-19-42.pdf?sequence=1#:~:text=Las%20hormigas%20cortadoras%20de%20hojas%20se%20encuentran%20distribuidas%20desde%20el,65%20millo%2D%20nes%20de%20a%20B1os.&text=zoo>

Naturalist México. (2015). Obtenido de <https://mexico.inaturalist.org/taxa/278345-Piper-dariense>

Nature Communications. (26 de noviembre de 2020).

Osbeck. (2014). *Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por UEIA*. Obtenido de <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/93>

Pérez, Y. (2017). *COMPORTAMIENTO Y SELECCIÓN DE SITIOS DE FORRAJE DE Atta cephalotes EN LA ESTACIÓN PRIMATES-MUNICIPIO DE COLOSÓ – SUCRE COLOMBIA*. UNIVERSIDAD DE SUCRE. Obtenido de

<https://repositorio.unisucre.edu.co/server/api/core/bitstreams/1cabfda4-c06e-4a62-8fe7-ada32b93621d/content>

Piedra, G. (2015). *PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN EL BOSQUE NUBLADO DE LA RESERVA ARCOIRIS Y LA RESERVA EL MADRIGAL ECUADOR*. Loja: Universidad Nacional de Loja.

Ríos, L., Valiente, A., & Rico, V. (2004). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372004000100004

Rodríguez, D. A., & González, J. V. (13 de 10 de 2021). *INECOL*. Obtenido de INECOL: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1504-seleccion-de-hojas-por-las-hormigas-arrieras>

Rodríguez, J. (2018). *Propark*. Obtenido de <https://www.propark.com.ar/2021/09/la-ingenieria-en-la-construccion-de.html>

Sánchez, A. (2004). *Técnicas de recolecta de plantas y herborización*. Universidad de Ciencias médicas de la Habana.

Sánchez, J., & Urcuqui, A. (2011). *Distancias de forrajeo de Atta Cephalotes (l.) (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical del Jardín Botánico de Cali*. Universidad del Valle. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/8f7b12c9-150f-4ba7-b513-0ce22f303dc1>

Sarmiento. (2003). Metodologías de captura y estudio de las hormigas. Obtenido de <http://www.bionica.info/biblioteca/Fernandez2003Hormigas12.pdf>

Soliman, E., & Magalhaes, M. (2020). Obtenido de <https://florestal.revistaopinioes.com.br/es/revista/detalhes/13-manejo-monitoramento-e-controle-de-formigas-cor/>

11. ANEXOS



Anexo 1. Efectividad del método de trampa de caída



Anexo 2. Pruebas de elección realizados en monitoreos nocturnos



Anexo 4. Hojas trozadas encontradas en la zona de estudio



Anexo 3. Afecciones observadas en Piper hispidum.



Anexo 5. Monitoreos nocturnos y revisión de trampas



Anexo 6. Hormiguero de Atta cephalotes



Anexo 7. Hormigas arrieras trasladando el sustrato a sus nidos



Anexo 8. Hormigas saliendo de su nido



Anexo 9. Montaje del espécimen

| Fecha | Transectos | Trampa | Individuos recolectados |
|--------------|-------------------|---------------|--------------------------------|
| 17/8/2024 | 1 | De caída | 10 |
| | 2 | Mini Winkler | 2 |
| 31/8/2024 | 1 | De caída | 12 |
| | 2 | Mini Winkler | 1 |
| 14/9/2024 | 1 | De caída | 11 |
| | 2 | Mini Winkler | 4 |
| 28/9/2024 | 1 | De caída | 20 |
| | 2 | Mini Winkler | 2 |
| 5/10/2024 | 1 | De caída | 17 |
| | 2 | Mini Winkler | 8 |
| 12/10/2024 | 1 | De caída | 14 |
| | 2 | Mini Winkler | 6 |

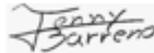
Anexo 10. Cuadro de registro de efectividad de las trampas utilizado en los monitoreos.

CERTIFICACIÓN DE VERIFICACIÓN DE ESPECIE

Yo, Blga. Jenny Marissa Barreno Pérez, especialista en entomología con 4 años de experiencia y afiliado a INABIO (Instituto Nacional de Biodiversidad), certifico que he revisado y verificado la identificación de la especie estudiada en el trabajo de titulación titulado "Hormigas Cortadoras de Hojas del Orden Hymenóptera, en la localidad de Loma Alta, Provincia de Santa Elena, Ecuador." realizado por Malavé Sánchez Sheyla Jamel, estudiante de la Universidad Estatal Península de Santa Elena de la Carrera de Biología.

La revisión concluyó la confirmación de las características morfológicas y taxonómicas que se mencionan en el trabajo. Con base en mi experiencia y conocimiento, confirmo que la especie identificada en el trabajo corresponde a *Atta cephalotes*.

Atentamente,



Blga. Jenny Marissa Barreno Pérez
ESPECIALISTA EN ENTOMOLOGÍA
C.I. 0924369572

Anexo 11. Certificación de la especie encontrada en el estudio

La Libertad, 10 de agosto de 2024

Sra.

Johana Del Pezo
Presidenta de la comuna Loma Alta

De mi consideración.

Por medio del presente, yo **MALAVÉ SÁNCHEZ SHEYLA JAMEL** con cédula de identidad número **2400031114**, estudiante de octavo semestre de la carrera de biología, quiero poner a su consideración mi solicitud con el propósito de llevar a cabo mi estudio en la comuna Loma Alta, dentro del Sendero "LA BRAMONA" con el fin de realizar mi tesis denominada "**HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS DEL ORDEN HYMENÓPTERA EN LA LOCALIDAD DE LOMA ALTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR**". Que iniciarán en agosto y culminarán en noviembre del presente año. A la vez me comprometo y me hago responsable por mi salud o cualquier situación desafortunada que me ocurra durante mis monitoreos y libero de toda responsabilidad sobre mi salud, tanto a la facultad Ciencias del Mar como a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Por su atención a la presente reitero mi agradecimiento.

Atentamente

Sheyla Jamel

Sheyla Jamel Malavé Sánchez

C.I. 2400031114

Cel. 0960170263

Correo: sheylajamel@gmail.com



Presidenta de la comuna
Loma Alta, Johana Del Pezo

Anexo 12. Solicitud de permiso correspondiente para el ingreso a la Comuna.