



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

Servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga

**Trabajo de Integración Curricular
previa a la
obtención del título de Ingeniero Ambiental**

AUTOR:

Jose Manuel Cabrera Ojeda

DIRECTOR:

Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 6 de agosto de 2024

Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga**, de autoría del estudiante **JOSE MANUEL CABRERA OJEDA**, con cédula de identidad N° **1105260333**, previa a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Firmado electrónicamente por:
AURA DEL CARMEN
PAUCAR CABRERA

Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Loja, 06 de agosto de 2024

Yo, Jose Manuel Cabrera Ojeda, declaro ser autor del presente trabajo de integración curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de integración curricular en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.



Jose Manuel Cabrera Ojeda

Cédula: 1105260333

Fecha: 6 de agosto 2024

Correo electrónico: jose.m.cabrera@unl.edu.ec

Celular: 0994910526

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta, de reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular

Yo, **José Manuel Cabrera Ojeda**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular titulado **Servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga**, como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional. Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de integración curricular que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los seis del mes de agosto del dos mil veinte y cuatro.



Autor: José Manuel Cabrera Ojeda

Cédula: 1105260333

Dirección: Quilanga

Correo electrónico: jose.m.cabrera@unl.edu.ec

Celular: 0994910526

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de integración curricular: Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

Agradecimiento

Agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja por ser la institución principal en fomentar la educación superior en los jóvenes. A la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por darme la oportunidad de formarme como profesional de tan prestigiosa carrera. A la Lic. Noemi Rivera dueña de la finca cafetalera El Naranjo quien me facilitó el acceso para poder desarrollar mi tesis de grado. A la Blga. Aura Paucar Cabrera PhD., directora del trabajo de titulación quien con su gran conocimiento y apoyo incondicional me ha guiado en el desarrollo de la presente tesis, quien ha sido parte fundamental durante el proceso del desarrollo de mi tesis, al igual que Fernando Vaz de Mello, Julián Clavijo y Héctor Gasca, y finalmente a la Ing. Daniela Román quien con su buena voluntad nos ayudó en la fase de trabajo de campo.

Jose Manuel Cabrera Ojeda

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la vida, salud, fortaleza y fuerza para culminar mi carrera universitaria. A mis padres Manuel Cabrera y Francelina Ojeda, a mis hermanos Oscar, Alexandra y Luis Cabrera Ojeda, por ser quienes me inspiraron a seguir estudiando y formarme como un profesional, finalmente la presente investigación me la dedico a mí, por ser una persona valiente y por no haberme rendido en los momentos más difíciles presentados en mis estudios académicos, así también, recordarme que no hay meta y obstáculo que no se pueda lograr.

Jose Manuel Cabrera Ojeda

Índice de contenidos

Portada	I
Certificación	II
Autoría	III
Agradecimiento	V
Dedicatoria	VI
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. La familia Scarabaeidae y las subfamilias: Dynastinae, Melolonthinae, Rutelinae y Scarabaeinae.....	7
4.2. Los escarabajos fitófagos y su diversidad en Ecuador.....	8
4.3. Importancia de los servicios ecosistémicos de Scarabaeidae	9
4.4. Servicios ecosistémicos de los escarabajos Scarabaeidae en fincas cafetaleras orgánicas	10
4.5. Amenazas a las que se enfrentan los escarabajos de la familia Scarabaeidae	12
5. Metodología	14
5.1. Área de estudio.....	14
5.2. Diseño de la investigación	15
5.2.1. Muestreo de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae presentes en la finca cafetalera El Naranjo y sus alrededores del cantón Quilanga.....	15
5.2.3. Evaluación de servicios ecosistémicos que proveen los escarabajos dentro de la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga	18
5.3. Análisis de datos.....	19
5.3.1. Análisis de los Servicios Ecosistémicos potenciales asociados a los escarabeidos dentro de la finca de café orgánico El Naranjo.....	19
6. Resultados	20
6.1. Identificación a nivel taxonómico más específico de los escarabajos Scarabaeidae registrados en una finca cafetalera orgánica y sus alrededores, en el cantón Quilanga	20

6.2. Documentar los servicios ecosistémicos proporcionados por la comunidad de escarabeidos en la finca cafetalera orgánica	27
10. Bibliografía	43
11. Anexos.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Servicios ambientales aportados por los agroecosistemas cafeteros	11
Tabla 2. Número de individuos por especie colectados en trampas de caída y trampas de luz dentro de las tres coberturas vegetales (Café Antiguo, Café Nuevo y Pastizal, Alrededores de la Finca).	21
Tabla 3. Abundancia relativa de las especies de Scarabaeidos en una finca cafetalera del Cantón Quilanga	24
Tabla 4. Lista de los servicios ecosistémicos que estaría proporcionando cada especie de escarabajo de la familia Scarabaeidae registrados en la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga	28

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio, finca “El Naranjo” ubicada en el Cantón Quilanga.....	15
Figura 2. Puntos de muestreo dentro del área de estudio “Finca El Naranjo”	16
Figura 3. Formato para etiqueta de lotes colectados en campo.	17
Figura 4. Formato para etiquetado de especímenes de la subfamilia Scarabaeinae para ingreso al Museo LOUNAZ.	17
Figura 5. Modelo de código institucional LOUNAZ para cada espécimen.	17
Figura 6. Formato para etiquetado de especímenes fitófagos.....	18
Figura 7. Curva de rango-abundancia de cada cobertura vegetal. El eje X representa el rango de especies y el eje Y corresponde a las abundancias de cada especie por cobertura vegetal.	25
Figura 8. Comparación de la riqueza y abundancia de la comunidad de escarabajos Scarabaeidae en tres coberturas vegetales y los alrededores de la finca El Naranjo del cantón Quilanga. Líneas sombreadas representan los intervalos de confianza de 95 %, en las áreas de muestreo: Alrededores, Cafetal Antiguo, Cafetal Nuevo y Pastizal.	26
Figura 9. Curva de integridad de la muestra de especies en el área muestreada finca El Naranjo del cantón Quilanga. Eficiencia del muestreo del 100 % con un intervalo de confianza del 95 %.	27
Figura 10. Servicios ecosistémicos que estarían brindando las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae registradas en la finca El Naranjo.	34

Figura 11. Número de especies que presentan los servicios ecosistémicos por cada especie en la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga. Las líneas representan los nodos conectados con cada servicio ecosistémico35

Figura 12. Especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae con sus respectivos servicios ecosistémicos. Las líneas conectan las especies con los servicios que brindan, mediante nodos o líneas de interacción y el grosor de la línea indica la abundancia de las especies que brindan el servicio.36

Índice de Anexos

Anexo 1. Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).....	51
Anexo 2. Código del diagrama de Sankey en R studio.....	54
Anexo 3. Fase de campo	55
Anexo 4. Montaje de especímenes	57
Anexo 5. Etiquetado de especímenes	57
Anexo 6. Comportamiento de los especímenes.....	58
Anexo 7. Identificación de especímenes.....	59
Anexo 8. Muestra de las hojas de registro de especímenes de la familia Scarabaeidae colectados en la finca El Naranjo del cantón Quilanga.	60
Anexo 9. Certificado de traducción del abstract.....	61

1. Título

Servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga

2. Resumen

Los escarabajos de la familia Scarabaeidae juegan un rol crucial en la polinización, reciclaje de materia orgánica, formación de suelo, bioturbación y control de plagas en ecosistemas agrícolas, especialmente en plantaciones de café orgánico. Las plantaciones orgánicas tienen importancia ecológica y económica en Ecuador, siendo un país megadiverso, enfrenta desafíos significativos debido a la conversión de paisajes naturales en tierras de cultivo y el uso excesivo de agroquímicos, lo que afecta negativamente a los organismos que brindan servicios ecosistémicos. El presente estudio se enfoca en identificar los servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga. La metodología empleada incluyó muestreos en tres tipos de cobertura vegetal: Cafetal Antiguo, Cafetal Nuevo y Pastizales. Se usaron trampas de caída (pitfall) y trampas de luz para capturar escarabajos, y los especímenes fueron identificados en el laboratorio del Museo de Zoología LOUNAZ. Además, se realizaron observaciones directas y consultas a expertos para evaluar los servicios ecosistémicos proporcionados por los escarabajos y los análisis de datos se los realizó mediante el método de Sankey. Se registraron 2 542 individuos pertenecientes a 22 géneros y 22 especies, pertenecientes a las subfamilias de Scarabaeinae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Aphodiidae y Centoniinae. Los más abundantes son *Ateuchus* nr. *parvus*, *Dichotomius inachus*, *Canthon delicatulus*, *Onthophagus curvicornis* de la subfamilia Scarabaeinae. El estudio indica que los escarabajos de la familia Scarabaeidae desempeñan un papel vital en la finca cafetalera orgánica, contribuyendo significativamente a la aireación del suelo, polinización, descomposición de la materia orgánica, bioturbación y el control de plagas. Aquellos con mayor número de servicios ecosistémicos registrados son las especies de *Phanaeus lunaris*, *Ateuchus* nr. *parvus*, *Canthon delicatulus*, *Uroxys rugatus*. La diversidad de especies de escarabajos presentes en la finca sugiere que los agroecosistemas cafetaleros pueden proporcionar hábitats importantes para la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos, Scarabaeidae, Café orgánico, Biodiversidad.

Abstract

Beetles of the family Scarabaeidae play a crucial role in pollination, organic matter recycling, soil formation, bioturbation and pest control in agricultural ecosystems, especially in organic coffee plantations. Organic plantations are ecologically and economically important in Ecuador, being a megadiverse country, it faces significant challenges due to the conversion of natural landscapes into croplands and the excessive use of agrochemicals, which negatively affects organisms that provide ecosystem services. The present study focuses on identifying the ecosystem services of Scarabaeidae on a coffee farm in Cantón Quilanga. The methodology employed included sampling in three types of vegetation cover: old coffee plantation, new coffee plantation and pasture. Pitfall traps and light traps were used to capture beetles, and specimens were identified in the laboratory of the Zoology Museum LOUNAZ. In addition, direct observations and expert consultations were carried out to evaluate the ecosystem services provided by the beetles and data analysis was performed using the Sankey method. We recorded 2,542 individuals belonging to 22 genera and 22 species, belonging to the subfamilies Scarabaeinae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Aphodiidae and Centoniinae. The most abundant are *Ateuchus* nr. *parvus*, *Dichotomius inachus*, *Canthon delicatulus*, *Onthophagus curvicornis* of the subfamily Scarabaeinae. The study indicates that beetles of the Scarabaeidae family play a vital role in the organic coffee farm, contributing significantly to soil aeration, pollination, decomposition of organic matter, bioturbation and pest control. Those with the highest number of ecosystem services recorded are the species of *Phanaeus lunaris*, *Ateuchus* nr. *parvus*, *Canthon delicatulus*, *Uroxys rugatus*. The diversity of beetle species present on the farm suggests that coffee agroecosystems can provide important habitats for biodiversity conservation.

Key words: Ecosystem services, Scarabaeidae, Organic coffee, Biodiversity.

3. Introducción

Ecuador es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo por su extraordinaria diversidad, ya que alberga varias especies de flora y fauna (Aguirre-Mendoza, 2017); sin embargo, ha experimentado fuertes presiones sobre sus ecosistemas debido a la conversión de sus paisajes naturales en pastizales y cultivos. Además, el uso excesivo de agroquímicos afectan negativamente al ambiente, causando impactos letales o subletales en organismos que proveen servicios ecosistémicos, principalmente dentro de estos ecosistemas cafetaleros (Cunto y Bernard, 2012; Devine *et al.*, 2008; Rodríguez-Guerrero *et al.*, 2015); entre ellos se encuentran los escarabajos que han experimentado cambios por las distintas actividades antrópicas y se ha evidenciado en varios estudios una reducción en la riqueza y abundancia de especies de manera notable (Saavedra-Alburquerque *et al.*, 2017).

La familia Scarabaeidae es un grupo de coleópteros con más de 30 mil especies reportadas a nivel mundial (Ratcliffe *et al.*, 2015), mismos que son de gran importancia económica y ecológica, ya que juegan un rol fundamental en las comunidades bióticas al brindar servicios ecosistémicos como la polinización, descomposición de la materia orgánica, la regulación de las poblaciones, el control de plagas, alimentación de otros organismos, la dispersión de semillas, la bioturbación y su papel como bioindicadores de áreas perturbadas cumpliendo con un rol fundamental en los servicios ecosistémicos de regulación y soporte (Carvajal *et al.*, 2011; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016; Moore *et al.*, 2018; Nichols y Gómez, 2014; Nichols *et al.*, 2008; Saavedra-Alburquerque *et al.*, 2017).

Scarabaeidae comprende subfamilias como Dynastinae, Melolonthinae, Rutelinae y Scarabaeinae, las cuales en su mayoría son fitófagas (García-Atencia *et al.*, 2015); los miembros de las tres primeras tienen la habilidad de fragmentar grandes cantidades de madera, u otra materia vegetal en descomposición, mientras se alimentan durante su etapa larvaria; en cambio, Scarabaeinae son principalmente carroñeros y estercoleros, lo que acelera el proceso de descomposición de materia orgánica, y son conocidos por ser los mejores recicladores de desperdicios de mamíferos, evitando que el nitrógeno se evapore, llegando a fijar hasta el 15 % del N₂ de las heces fecales (Carvajal *et al.*, 2011; Nichols *et al.*, 2008). Sin embargo, la falta de información y el desconocimiento son los principales obstáculos que afectan los servicios ecosistémicos proporcionados por los escarabeidos. Además, la agricultura tecnificada y otras actividades humanas como el uso de plaguicidas, productos médicos veterinarios, la deforestación, la expansión urbana y el tráfico ilegal de especies son las principales amenazas a las que se ven expuestas este grupo de escarabajos, influyendo en el equilibrio de estas

comunidades, ya sea de manera directa o indirecta (Carvajal *et al.*, 2011; Paucar-Cabrera, 2018).

Todos estos impactos están afectando sus funciones en los ecosistemas, lo que altera los ciclos biogeoquímicos naturales y disminuyen los servicios ecosistémicos (Brown *et al.*, 2010). Otro problema que se evidencia es que a pesar de que Ecuador es megabiodiverso, la información disponible sobre estos grupos aún es escasa (Paucar-Cabrera, 2023); en donde la región norte y central del Ecuador es la que posee la mayor cantidad de información sobre la distribución de especies de escarabajos Scarabaeidae (Paucar-Cabrera, 2018); pero no se cuenta con información acerca de los servicios ecosistémicos para todas las especies registradas, peor aún para monocultivos, específicamente plantaciones de café, existiendo una limitada información biológica de la entomofauna del país (Paucar-Cabrera, 2018); muestra de ello es que insectos nativos no constan en listas CITES o en la lista de especies amenazadas de la UICN (Carvajal *et al.*, 2011).

A esto se añade la percepción negativa de la gente hacia las larvas de escarabajos fitófagos, las cuales son consideradas causantes de daños importantes en cultivos vegetales, y son reconocidas como plagas rizófagas o como plagas del follaje y de los frutos (Restrepo-Giraldo y López-Avila, 2002); aunque solo el 2 % de las especies de escarabajos se consideran como plagas en todos los continentes, y muchas de las veces los mismos escarabajos que se consideran como plagas, son los encargados de polinizar la planta afectada y han demostrado ser excelentes aliados de los agricultores en plantaciones de café (Jackson y Klein, 2006).

En cuanto a percepción de los cultivos agrícolas, es posible también que sean percibidos negativamente, pero es necesario distinguir entre cultivos convencionales y aquellos que tratan de asemejarse a ecosistemas naturales y que también pueden brindar servicios ecosistémicos. Por ejemplo, los agroecosistemas cafetaleros ofrecen diversos hábitats que pueden proporcionar servicios ambientales que ayuden a reducir el impacto ambiental producido por las actividades humanas (Gil-Palacio, 2020); como regulación de la temperatura, intercepción de las precipitaciones y extender la vida de las plantaciones (Muschler, 2001).

Según Jurjonas *et al.* (2016), el cultivo de café orgánico se enfoca en salvaguardar la salud humana y fomentar métodos de producción sostenibles, en donde la certificación del café orgánico busca evitar prácticas perjudiciales para el ambiente. Es así que en el Cantón Quilanga se están implementando cultivos de café orgánico que prohíbe el uso de agroquímicos, debido a que esta zona posee diversidad de climas, pisos altitudinales y la calidad del suelo es ideal

para producir café (Ávila-Jiménez, 2023). La mayoría de estos cultivos tienen un alto valor ecológico y económico, actuando como hábitat para especies de fauna y flora nativas (Castillo-Calva, 2016).

En el Cantón Quilanga, que pertenece a la provincia de Loja, se conoce muy poco sobre la fauna local y no se han realizado estudios sobre los servicios ecosistémicos de los escarabeidos en fincas cafetaleras, por tal motivo el presente estudio presenta inventarios de los escarabajos de la familia Scarabaeidae y sus servicios ecosistémicos, con el fin de brindar recomendaciones para maximizar sus beneficios, además de que sirva de línea base para la conservación de las especies y empezarlos a considerar como actores clave. Tal es así que esta investigación contribuye al conocimiento científico sobre la interacción entre los escarabajos y los agroecosistemas cafetaleros y es la base para futuras investigaciones. Para ello, se dio contestación a la pregunta de investigación: ¿Qué escarabeidos están presentes en una finca cafetalera de producción orgánica en el cantón Quilanga y qué servicios ecosistémicos están brindando?

En la presente investigación se obtuvo datos de abundancia y los servicios ecosistémicos que cada especie brinda, en las tres coberturas vegetales, Café Antiguo, Café Nuevo y Pastizal. En el Café Antiguo y Nuevo se registró una mayor abundancia, por ende, mayor cantidad de servicios ecosistémicos, con respecto al pastizal ya que se registró una menor abundancia. Se encontraron 22 especies de escarabajos Scarabaeidae, con una abundancia de 2 542 individuos en toda el área de estudio, registrándose que estas especies brindan numerosos servicios ecosistémicos que son beneficiosos para los agroecosistemas cafetaleros en la finca orgánica El Naranjo del Cantón Quilanga.

Para ello se llevó a cabo el cumplimiento de un objetivo general que fue identificar los servicios ecosistémicos que brindan los escarabajos de la familia de Scarabaeidae en una finca cafetalera orgánica en el cantón Quilanga, a través de: i) identificar a nivel taxonómico más específico los escarabajos Scarabaeidae registrados en una finca cafetalera orgánica y sus alrededores, en el cantón Quilanga; ii) documentar los servicios ecosistémicos proporcionados por la comunidad de escarabeidos en la finca cafetalera orgánica.

4. Marco teórico

4.1. La familia Scarabaeidae y las subfamilias: Dynastinae, Melolonthinae, Rutelinae y Scarabaeinae

Los Scarabaeidae son una familia extensa de escarabajos que pertenecen al orden Coleóptera y comprende algunas subfamilias como los dynastinos, conocidos localmente como chunas. Algunas características morfológicas en los adultos varían, como el tamaño que va; desde 4 mm a 170 mm, tiene cuernos en la cabeza o en el tórax. Por ello, la mayoría de las especies comúnmente son llamados “rinocerontes” o “elefantes”. En cuanto a su comportamiento y ecología, la mayoría de estas especies son crepusculares o nocturnas y su alimentación es a base de hojas, flores, exudados de plantas, polen, fruta madura, tallos, raíces, humus, y algunas especies se consideran depredadoras de otras especies de coleópteros y otros son necrófagos (Ratcliffe *et al.*, 2013; Paucar-Cabrera, 2018). Su vida larvaria es comúnmente en el suelo, troncos en descomposición y algunas de estas especies viven en termiteros, desechos de nidos de hormigas o en la materia acumulada debajo de las epífitas. Algunas larvas son consideradas plagas debido a su carácter fitófago (Ratcliffe *et al.*, 2013); ya que se alimentan de cultivos vegetales y gramíneas como papa, yuca, maíz, caña de azúcar, pastos, arroz, café, cebolla, frutales, fresas, sábila, frejol, ornamentales y otros cultivos (Zumbado y Azofeifa, 2018).

Los integrantes de la subfamilia Melolonthinae, en la etapa adulta se caracterizan por sus antenas terminadas en una “maza” constituidas por siete artejos alargados y aplanados, capaces de abrirse y cerrarse entre sí. La cabeza es pequeña, el cuerpo ovalado y robusto, rara vez aplanado o esbelto. También se reconocen por tener tres o más espiráculos situados lateralmente sobre los esternitos abdominales, y al menos un par queda a la vista debido a que los élitros no los cubren (Reyes-Castillo, 2005). En cuanto a su alimentación generalmente estos escarabajos consumen el follaje de árboles y arbustos silvestres, como encinos (*Quercus* sp.) y la chilca (*Senecio* sp.) y tienen hábitos crepusculares o nocturnos (Lugo-García *et al.*, 2011).

En cuanto a la subfamilia Rutelinae, éstos son escarabajos de forma ovalada y robusta, dorsalmente convexos, las patas fuertes, de longitud variable; su dimorfismo sexual muchas veces se marca en la forma de la placa pigidial. Los machos del género oriental *Ceroplophana* son los únicos con cuernos cefálicos, y las mandíbulas alargadas están presentes en especies orientales de *Frushtorferia*, (Calisto y Morelli, 2011; Neita-Moreno, 2011). Su alimentación en la etapa adulta se basa principalmente en flores, hojas tiernas, frutos dulces o fermentados, polen y néctar de numerosas plantas silvestres y cultivadas. En cambio en la etapa larval estas

especies viven en troncos en descomposición, o en el suelo, consumiendo materia orgánica, hojarasca en descomposición y raíces (Torres-Martinez y Guevara-Correal, 2012).

Los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae se caracterizan por sus hábitos alimenticios clasificándose en saprófagos, coprófagos y necrófagos, es decir, se alimentan de materia orgánica en descomposición, heces o excremento de otros animales y de carroña o animales muertos (Carvajal *et al.*, 2011), donde estos escarabajos cumplen un rol fundamental al aportar nutrientes y materia orgánica al suelo siendo indispensables para el desarrollo de otras especies e incrementa la diversidad y salud en el suelo (Cruz *et al.*, 2012). Según Martinez *et al.* (2011), los escarabajos al reproducirse y hacer sus nidos en el suelo, aprovechan el excremento de mamíferos como fuente de anidación y de alimentación, aportando a los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, limpieza a las pasturas, control biológico de plagas, generación y conservación de suelos y regulación del clima. Esto tiene gran importancia económica y agrícola ya que cumplen un rol importante en la remoción y reciclaje del excremento de ganado, contribuyendo en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (Reyes-Castillo y Morón-Ríos, 2012).

4.2. Los escarabajos fitófagos y su diversidad en Ecuador

Ecuador es considerado como un país megadiverso debido a su amplia diversidad de ecosistemas naturales, y los invertebrados forman parte de esta mega diversidad, en donde se han identificado alrededor de 18 000 especies de insectos, de los cuales 40 % son escarabajos, clasificadas dentro de 515 familias siendo la mayoría de especies de lepidóptera, seguidas de coleóptera, mientras que a nivel mundial se conoce que existen aproximadamente 400 000 especies de escarabajos (Carvajal *et al.*, 2011; Gbif, 2019; Navarrete-Heredia, 2020); es así que la familia de los coleópteros ha logrado el mayor éxito evolutivo, pudiendo vivir en todos los ambientes terrestres excepto en los océanos y las regiones polares (Reyes-Castillo, 2005).

Los escarabajos de la familia Scarabaeidae son coleópteros muy conocidos y diversos en todo el mundo, desempeñando un papel importante en los ecosistemas al proporcionar servicios ambientales. Ratcliffe *et al.* (2015), mencionan que se conocen alrededor de 30 000 especies de la familia Scarabaeidae a nivel mundial y en Ecuador se han identificado alrededor de 600 especies de esta familia, distribuidas en 150 géneros (Carvajal *et al.*, 2011). Dentro de la familia Scarabaeidae se encuentra la subfamilia Dynastinae que registra 267 especies clasificadas en 44 géneros; la subfamilia Rutelinae con 298 especies agrupadas en 53 géneros. La subfamilia Melolonthinae cuenta con aproximadamente 14 géneros registrados y en la

subfamilia de Scarabaeinae se han registrado 37 géneros y 265 especies (Carvajal *et al.*, 2011; Chamorro *et al.*, 2019; Paucar-Cabrera, 2005; Ratcliffe *et al.*, 2020).

4.3. Importancia de los servicios ecosistémicos de Scarabaeidae

Los servicios ecosistémicos son un conjunto de funciones ecosistémicas relevantes o beneficiosas para la condición humana. Los pocos estudios que evalúan los servicios ecosistémicos de los escarabeidos han destacado predominantemente su valor en la ganadería y agricultura, desempeñando un papel clave en la sostenibilidad de la producción a nivel mundial (De Groot *et al.*, 2002). Es así que los escarabajos brindan beneficios ambientales y servicios ecosistémicos como la polinización, la regulación de las poblaciones, el control de plagas, alimentación de otros organismos, la descomposición de materia orgánica, la dispersión secundaria de semillas, la bioturbación, reciclaje de la materia orgánica, bioindicadores de áreas perturbadas, la aireación y fertilización del suelo (Carvajal *et al.*, 2011; Nichols *et al.*, 2008).

Nichols *et al.* (2008), en el Proyecto Australiano sobre el Escarabajo Pelotero mencionan que, en los sistemas ganaderos, y específicamente las especies de la subfamilia Scarabaeinae han reducido aproximadamente el 4 % de los desechos generados por el ganado, representando una ganancia aproximadamente del 6 % y 12 % en pastos, ya que el área que rodea cada masa de estiércol generalmente impide el pastoreo del ganado.

Además la tribu Cyclocephalini de la subfamilia Dynastinae, el género *Macroductylus* de los melolonthinos y la subfamilia Rutelinae con su género *Anomala* son importantes polinizadores especialmente en plantaciones de chilca, mandarina y café (Carvajal *et al.*, 2011; Jameson, 2005; Moore *et al.*, 2018; Ratcliffe *et al.*, 2020).

De manera similar, un estudio realizado en el Parque Nacional Natural Amacayacu, Colombia, evaluó los servicios ecosistémicos de la familia Scarabaeoidea como bioindicadores de perturbaciones antrópicas, en tres áreas con distinto nivel de perturbación (bajo, medio y alto). Entre el grupo de escarabajos fitófagos, se encontró una relación diferente entre abundancia y nivel de perturbación del bosque para el grupo de melolonthinos, pero diferente en el grupo de dynastinos, es decir, el número de individuos aumentó a medida que la perturbación incrementaba, por lo que concluyen que los escarabajos de la subfamilia Dynastinae podría ser considerado como grupo indicador de áreas perturbadas (Otavo *et al.*, 2013).

Además un estudio realizado por Villamarín-Cortez (2010) en la provincia del Carchi, registró que ciertas especies de escarabeidos especialmente de la subfamilia Scarabaeinae

entierran la materia fecal demostrando que pueden llegar a fijar hasta el 15 % de N₂ contenido en el estiércol, incorporando nutrientes y nitrógeno al suelo, en donde se evidenció además que en el año 2009 la cantidad de nutrientes incorporado al suelo fue de 2 290,5 kg mientras que en el año 2010 fue de 2 925 kg, representando valores económicos de \$ 5 039,10 y \$ 6 435 por año en las actividades agrícolas y ganaderas (Celi y Dávalos, 2001).

4.4. Servicios ecosistémicos de los escarabajos Scarabaeidae en fincas cafetaleras orgánicas

El café es uno de los cultivos más apropiados para preservar los recursos naturales en los trópicos, dado que la mayoría de las regiones cafeteras tienen una gran variación espacial, al coexistir con otros tipos de cultivos dentro del sistema cafetalero orgánico. Siendo así algunos cultivos perennes, como frutales o forestales, y otros son transitorios o anuales, como maíz, tomate y caña. Es así que estos agroecosistemas cafeteros orgánicos presentan una alta diversidad de hábitats que pueden proporcionar servicios ecosistémicos que ayudan a reducir el impacto ambiental producido por las actividades humanas y estos sistemas cafeteros se han convertido en un modelo para estudiar la agricultura y su contribución a la conservación de la biodiversidad, y la provisión de servicios ecosistémicos al sector agrícola (Gil-Palacio, 2020).

Según Muschler (2001), los cultivos de café orgánico ofrecen diversos servicios ambientales, como la regulación de la temperatura, intercepción de las precipitaciones y extienden la vida de las plantaciones. Además, contribuyen a los beneficios ecológicos al preservar la biodiversidad y fomentar la polinización de los cultivos (Tabla1) (Gil-Palacio, 2020), en donde, los cultivos de café orgánico se enfocan en salvaguardar la salud humana y fomentar métodos de producción sostenibles, que busquen evitar prácticas perjudiciales para el ambiente (Jurjonas *et al.*, 2016). Es allí donde los insectos presentan mayor diversidad y abundancia, llegando a constituir hasta el 90 % de las especies en estas zonas interactuando como controladores biológicos (parasitoides y depredadores), polinizadores, descomponedores, transmisores de enfermedades, la bioturbación, reciclaje de la materia orgánica, la aireación y fertilización del suelo. Además forman parte de la base de la cadena alimenticia de muchos vertebrados (anfibios, aves, mamíferos y reptiles) y otros artrópodos (Nichols *et al.*, 2008; Pilco *et al.*, 2020).

Tabla 1. Servicios ambientales aportados por los agroecosistemas cafeteros

No.	Servicio ambiental	Clase de servicio
1	Materia orgánica de la pulpa descompuesta del café contribuye a mejorar las condiciones físicas del suelo.	Provisión
2	Madera proveniente de la renovación del cafetal.	
3	Conservación de guaduales y bosques para aprovisionamiento de agua.	
4	Semillas forestales.	
5	Alimento vegetal, principalmente café y cultivos asociados	
6	Regulación del clima mediante la implementación de sistemas agroforestales.	Regulación
7	Regulación de la calidad del aire. La vegetación a través de la fotosíntesis convierte el dióxido de carbono en oxígeno.	
8	Regulación en los flujos de agua y protección de cuencas y mejoramiento en la calidad del agua.	
9	Polinización del cultivo.	
10	Control de plagas y enfermedades.	
11	Tratamiento de aguas residuales, los humedales actúan como un filtro por la actividad de microorganismos del suelo que descomponen desechos.	
12	Biodiversidad y belleza paisajística.	Cultural
13	Conservación de los bosques nativos preservando su valor paisajístico.	
14	Actividades recreativas en senderos ecológicos con flora y fauna de la zona	
15	Conservación de la arquitectura tradicional de las fincas cafeteras.	
16	Promoción de ecoturismo para recreación y deporte.	
17	Conservación de saberes ancestrales ligados al sistema cafetero y al cultivo.	
18	Provisión de hábitat para refugio de la biodiversidad.	
19	Incorporación de materia orgánica con el fin de incrementar la productividad del suelo y disminuir el uso de agroquímicos.	

20	Protección del suelo como mecanismo de retención de sedimentos y aporte a su fertilidad. La vegetación a través de la sujeción de raíces en los taludes provee un sistema que evita deslizamientos y erosión que llevan a pérdida de nutrientes.	Soporte
21	Fijación y reciclaje de nutrientes, en sistemas agroforestales ciertos árboles son fijadores de nitrógeno.	

Fuente: (González y Giraldo, 2018)

En este sentido, los escarabajos de la familia Scarabaeidae han demostrado ser excelentes aliados de los agricultores en plantaciones de café orgánico actuando como polinizadores, dispersores secundarios de semillas, la bioturbación, controladores de plagas o parásitos, y ayudan en la aireación y fertilización del suelo, son fijadores de N₂ y descomponedores de materia orgánica. Es así que los Scarabaeidae no solo actúan como actores individuales sino como eslabones esenciales dentro de la cadena de sostenibilidad de estos ecosistemas agrícolas, destacando su valioso papel integral en la prosperidad de las plantaciones de café orgánico (Carvajal *et al.*, 2011; Nichols *et al.*, 2008; Restrepo-Giraldo y López-Avila, 2002).

Sin embargo, en un estudio realizado por Peñate (2010) en Guatemala, se evaluaron los servicios ecosistémicos de los escarabeidos asociados a plantaciones de café, en el cual menciona que estos escarabajos afectan el sistema radicular del café durante su etapa de larva, ya que éstas se alimentan de sus raíces, siendo considerados como plagas para este cultivo. Una de las subfamilias registradas fue Melolonthinae, identificándose los principales géneros de escarabajos asociados como plaga al cultivo de café, donde algunos de estos géneros *Phyllophaga* (18 especies), *Cyclocephala* (4 especies) y *Anómala* (6 especies), como principales plagas al cultivo del café, con un 46,15 %, 10,26 %, y 15,38 % del total de especies de escarabeidos encontradas. De las especies registradas, al menos 25 han sido reportadas como plaga de diversos cultivos, especialmente 18 especies del género *Phyllophaga*, mientras que el resto de géneros tienen importancia ecológica en los agroecosistemas debido a que brindan una serie de servicios ecosistémicos dentro de estos cultivos de café.

4.5. Amenazas a las que se enfrentan los escarabajos de la familia Scarabaeidae

Las principales amenazas para los escarabajos son la pérdida de hábitat debido al crecimiento urbano, la deforestación, la agricultura, la utilización del fuego principalmente para el establecimiento de monocultivos, la quema desordenada que mata las larvas y reduce las poblaciones, el uso de agroquímicos, la contaminación lumínica y el desconocimiento del papel

biológico que cumplen en el ecosistema. En donde a nivel mundial se ha identificado que el uso continuo de fertilizantes y pesticidas está provocando una disminución en las comunidades de escarabajos, por ejemplo en Madagascar se ha evidenciado que el 43 % de las especies endémicas de escarabajos se han extinguido, en Costa Rica el 13 %, en Italia más del 31 %, y en la Península Ibérica disminuyó un 21,48 % de la riqueza y endemismo de escarabajos peloteros (Carvajal *et al.*, 2011; Carpaneto *et al.*, 2007; Hanski *et al.*, 2007; Kohlmann *et al.*, 2007; Lobo *et al.*, 2001).

Según Paucar-Cabrera (2018), en la región andina las especies de dynastinos se ven amenazadas por la expansión urbana, por lo que es común observar en las ciudades especies de los géneros *Ancognatha*, *Golofa*, *Cyclocephala* y *Heterogomphus*. De tal manera que los monocultivos pueden influir en el equilibrio de las poblaciones, bien disminuyendo el número de individuos o, por el contrario, incrementando exponencialmente sus poblaciones, lo que conlleva a que sean considerados como plagas, por ejemplo, *Macrodactylus pulchripes* Blanchard, 1850 es considerada una plaga ya que su alimentación es a base de la flor de mandarina. Por lo tanto, estas especies que son catalogadas como plagas se enfrentan a otras amenazas, como es el uso de plaguicidas, con la finalidad de controlar sus poblaciones y evitar daños en los cultivos. Otra potencial amenaza en este caso para las larvas de escarabajos es el uso excesivo de agroquímicos que se vierten al suelo, causando reducción de las poblaciones, lo que impide que lleguen a su edad adulta (Carvajal *et al.*, 2011).

Otra de las amenazas que enfrentan las familias de los escarabeidos es el tráfico y comercio ilegal de las especies, actividades que en Ecuador siguen aumentando, debido al desconocimiento y falta de información, lo que puede generar cambios en la conservación de ecosistemas naturales de los escarabeidos y afectar los servicios ecosistémicos (Garza-Almanza, 2015). Algunos de los géneros de la familia Scarabaeidae que son altamente traficados en Ecuador son: *Harposcelis* Burmeister, *Enema* Hope, *Gibboryctes* Endrödi, *Heterogomphus* Burmeister, *Antichera* Eschscholtz, *Calomacraspis* Bates, *Promacropoides* Sigwalt, *Aegopsis* Burmeister, o *Chrysophara* Serville (Carvajal *et al.*, 2011).

Así mismo, en un estudio realizado por Verdú *et al.* (2015) se menciona que el uso de la ivermectina en agroecosistemas ganaderos, afecta los sistemas sensoriales y motores de los escarabajos peloteros, haciéndolos incapaces de encontrar alimento, reduciendo su movilidad y capacidad de socialización, generando consecuencias directas como la disminución del área

efectiva de pastoreo, menor reciclaje de nutrientes y aireación, acidificación de los suelos, y naturalmente, la disminución de poblaciones de escarabajos que se alimentan del estiércol.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el cantón Quilanga, al sur este de la provincia de Loja, a una distancia de 96 km de la cabecera provincial, en las coordenadas geográficas Latitud Sur: 4° 26'20" 4°37'20" Longitud 79° 29'12"79° 18'37". Tiene una extensión territorial de 240,69 km² y presenta un clima templado y subtropical. Su temperatura promedio es de 19,8 °C. Se caracteriza por tener suelos con pendientes pronunciadas, ocupados en su mayoría por pastizales (60 %) ya sea en sistemas silvopasturas o pasto natural, seguidos de bosques naturales, bosques de intervención, bosques tropicales y plantaciones de pino, eucalipto y café (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Quilanga, 2014-2019).

La investigación se desarrolló en la finca El Naranjo que se encuentra ubicada en el cantón Quilanga en las coordenadas geográficas Latitud 4° 18.4170`S Longitud 79° 23.6490`W a una altitud de 1 722 m s.n.m. Tiene una extensión de 10 hectáreas de las cuales 3 hectáreas se encuentran destinadas al cultivo de café orgánico mediante un sistema agroforestal y las 7 hectáreas restantes son pastizales. Los árboles de sombra asociados al cafetal son: guineo (*Musa paradisiaca* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), guaba (*Inga edulis* Mart.), higuerón (*Ficus* sp.), naranjo (*Citrus sinensis* [Mill.]), limón (*Citrus lemon* L.), porotillo (*Erythrina fusca* Lour), faique (*Acacia macracantha* Humb. y Bonpl.) y mango (*Mangifera indica* L.) (Bedoya-Gómez et al., 2021).

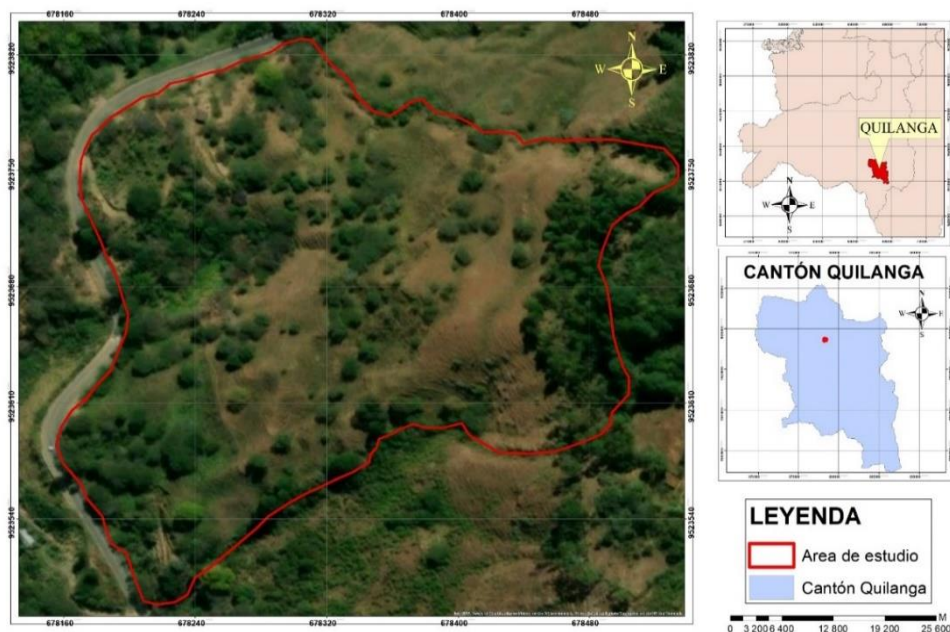


Figura 1. Área de estudio, finca “El Naranjo” ubicada en el Cantón Quilanga

5.2. Diseño de la investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, en donde el estudio se ejecutó a partir de muestreos e identificación taxonómica de escarabajos de la familia Scarabaeidae en tres coberturas vegetales (Cafetal Antiguo [cultivo de aproximadamente 7 años], Cafetal Nuevo [cultivo de 1 año] y Pastizal) de la finca cafetalera orgánica El Naranjo y sus alrededores, cantón Quilanga. Además, se realizó un análisis de los servicios ecosistémicos brindados por esta comunidad de escarabeidos a través de consulta bibliográfica y a expertos en Scarabaeidae (Fernando Vaz de Mello [Universidad Federal de Mato Grosso, Brasil] y John César Neita [Instituto Humboldt, Colombia]).

5.2.1. *Muestreo de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae presentes en la finca cafetalera El Naranjo y sus alrededores del cantón Quilanga*

Para realizar el muestreo de escarabajos se obtuvo un permiso de investigación al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) para realizar las colectas (Anexo 1). El muestreo fue específico para documentar escarabajos copronecrófagos y fitófagos. El muestreo se realizó en las tres áreas con diferente estructura de vegetación previamente señaladas, en la finca El Naranjo. Una vez definidas las coberturas vegetales dentro de la finca se establecieron los puntos de muestreo (Figura 2).

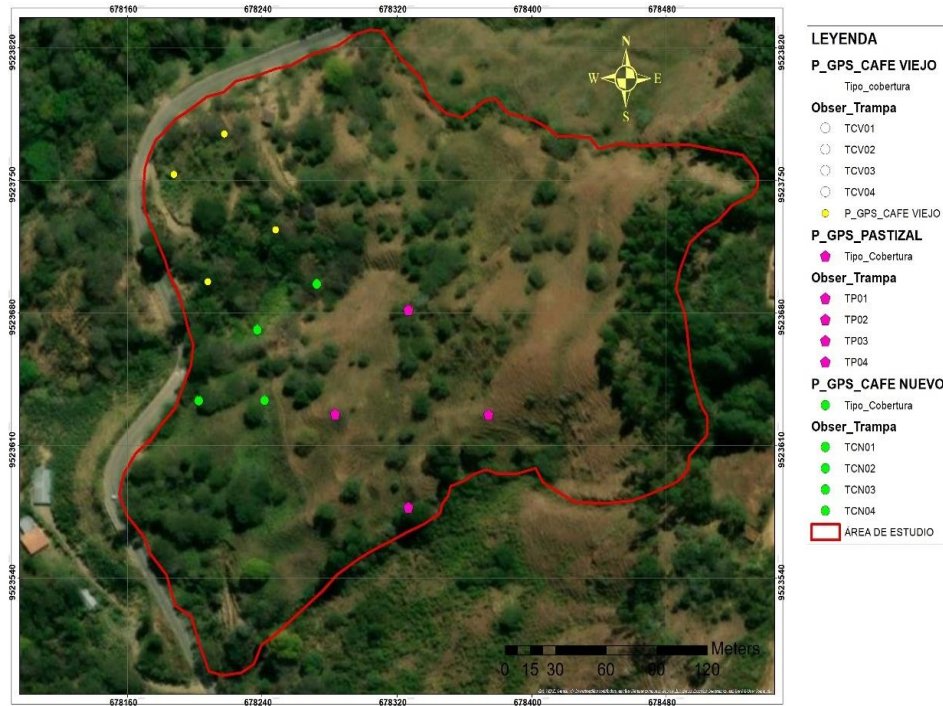


Figura 2. Puntos de muestreo dentro del área de estudio “Finca El Naranjo”

Debido a que las áreas de plantación del Cafetal Antiguo y Cafetal Nuevo son de aproximadamente 100 x 100 metros, no fue posible considerar un área buffer de 100 metros para evitar el efecto de borde. Para reducir este sesgo se realizaron cuatro colectas, con una repetición cada tres semanas, y se realizaron colectas manuales en las bostas del ganado vacuno para documentar el tipo de servicio ecosistémico que están brindando los escarabajos en el área de estudio. Para realizar el muestreo se establecieron tres parcelas de 60 × 60 metros en el centro de cada tipo de cobertura vegetal. Para cada parcela se usaron cuatro trampas de caída (pitfall) separadas entre sí por 60 metros, obteniendo 4 puntos de muestreo por cada tipo de cobertura vegetal y en total se emplearon 12 trampas dentro del área de estudio, durante períodos de muestreo independientes (uno por mes) en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2024. Las trampas permanecieron abiertas por 48 horas, con revisiones y reemplazo de cebos cuando fue necesario, cada 24 horas.

Para la captura de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae se utilizaron las trampas pitfall cebadas con excremento humano, ya que este tipo de cebo es adecuado y recomendado para estos escarabajos (Ferrer-Paris *et al.*, 2013; Figueroa y Alvarado, 2011). Las trampas contenían agua con jabón para romper la tensión superficial del agua y con sal para evitar que se deterioren los especímenes capturados. Los especímenes capturados en la trampa se colocaron en fundas Ziploc individuales por trampas y cada una con sus respectivos datos de

colecta y código de campo asignado según su número de trampa y la cobertura vegetal (Figura 3) y alcohol al 70 % para la conservación de los especímenes, hasta realizar su respectivo montaje y codificación (Figura 4 y 5).

Lugar: Loja – Quilanga - Finca el Naranjo
Fecha: 13/01/2024
Coordenadas: 4° 18.4170´S; 79° 23.6490´W
Elevación: 1722.1 m
Colectado: J. Cabrera
Trampa N°: 1
Cobertura: Café Viejo
Tipo de trampa – Cebo utilizado: Pitfall with human feces bait

Figura 4. Formato para etiqueta de lotes colectados en campo.

ECUADOR LOJA
Loja, Quilanga, Finca El Naranjo
678283.4; 9523626.5 1752 m
2024-13-01 J. Cabrera
Ex: Pitfall with human feces bait
Cob_T: Cafetal Antiguo_T 1

Figura 7. Formato para etiquetado de especímenes de la subfamilia Scarabaeinae para ingreso al Museo LOUNAZ.

Ej.: LOUNAZ-I008204

Figura 10. Modelo de código institucional LOUNAZ para cada espécimen.

La captura de escarabajos fitófagos se realizó mediante trampas de luz con vapor de mercurio y luz violeta (Solís, 2022). Además, se emplearon muestreos *Ad Libitum* en el alumbrado público de los alrededores de la finca y luces de la casa. Estos muestreos se realizaron en los meses de Octubre 2023 a Marzo del 2024, en temporada de Lluvias. Los especímenes colectados se depositaron en bolsas Ziploc individuales para cada trampa, con su respectiva etiqueta (Figura 6) y alcohol al 70 % hasta su montaje (García-Atencia *et al.*, 2015).

ECUADOR LOJA Loja, Quilanga, El Tuno 1.964m -4,2900977; -79,4078651 2023-17-11 J. Cabrera Ex: House lights

Figura 12. Formato para etiquetado de especímenes fitófagos

5.2.2. Identificación de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae en el laboratorio

En el laboratorio del Museo de Zoología LOUNAZ los especímenes colectados pertenecientes a la familia de Scarabaeidae se montaron con alfileres entomológicos número 3 y 1, para especímenes de mayor y menor tamaño, respectivamente. El montaje consistió en pinchar la parte superior del élitro derecho del escarabajo y colocarlo en una lámina de espumaflex, posterior a ello se esperaba 5 días hasta que se sequen. Todos los especímenes montados fueron etiquetados (Figura 4 y 6) y se les asignó un código del Museo de Zoología LOUNAZ de la Universidad Nacional de Loja (Figura 5).

Los escarabajos fueron identificados a nivel de familia, subfamilia, tribu, género y especies, utilizando las claves propuestas por Ratcliffe *et al.* (2020), Filippini (2015), Chamorro *et al.* (2018) y Carvajal *et al.* (2011). Además, la identificación a nivel de especie se realizó con la colaboración de la Blga. Aura Paucar Cabrera, PhD. responsable de la Sección Invertebrada del Museo de Zoología LOUNAZ-UNL. Finalmente, los especímenes se depositaron en el museo antes señalado.

5.2.3. Evaluación de servicios ecosistémicos que proveen los escarabajos dentro de la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga

Se realizó la identificación de los servicios ecosistémicos potenciales asociados a la presencia de escarabajos en la finca cafetalera, en donde se elaboró un listado puntual de los servicios ecosistémicos que aportan los escarabajos a los agroecosistemas de cultivos de café orgánico basado en consultas bibliográficas y entrevistas a expertos (Manuel Barria, Universidad de Panamá; Julián Clavijo y John Neita, Instituto Humboldt; Aura Paucar Cabrera, Universidad Nacional de Loja; Fernando Vaz de Mello, Universidad Federal de Mato Grosso). Además, se hicieron observaciones directas de comportamientos y actividades de los

escarabajos en su hábitat natural y se documentaron las interacciones entre los escarabajos y los servicios ecosistémicos que se encuentran dentro de esta finca de café orgánico.

Con estas observaciones y con base a información publicada y conocimiento de expertos en Scarabaeidae, se realizó una tabla donde se ubicaron los nombres de las especies de escarabajos identificadas y los servicios ecosistémicos que infieren dentro de la finca. Estos servicios ecosistémicos correspondieron a las cuatro categorías (servicios ecosistémicos de apoyo, de suministro, de regulación y culturales); por ejemplo: 1) fertilización de suelo; 2) aireación de suelo; 3) formación de suelo, 4) reciclaje de materia orgánica; 5) polinización; 6) prevención de enfermedades por bacterias patógenas; 7) control de parásitos; 8) mitigación de producción de gases de efecto invernadero; 9) remoción de excremento; 10) entomofagia; 11) turismo entomológico, entre otros.

5.3. Análisis de datos

5.3.1. *Análisis de los Servicios Ecosistémicos potenciales asociados a los escarabeidos dentro de la finca de café orgánico El Naranjo*

Se clasificaron y cuantificaron los servicios ecosistémicos documentados mediante revisión bibliográfica. Se hizo un gráfico de barras simple para visualizar los servicios ecosistémicos que estarían mejor representados en la finca El Naranjo. También se realizó un gráfico de subfamilias y uno de especies con los respectivos servicios ecosistémicos, para conocer qué grupos brindan un mayor número de servicios ambientales y qué tipo de servicios son.

Además, se realizó un diagrama de Sankey, que es un diagrama de flujo para visualizar una serie de valores formados por nodos interconectados y flujos relacionados entre sí, en el que el ancho de las flechas es proporcional a la cantidad de flujo, es decir, los nodos son los puntos en el diagrama donde se inician o terminan los flujos, mientras que los flujos son las conexiones entre los nodos que representan los movimientos de cantidades entre ellos (Mantilla-Rios, 2023; Urrego, 2023).

Para la realización del diagrama de Sankey, primero se depuraron los datos en Excel mediante tablas dinámicas, luego se ejecutaron los paquetes de networkD3, webshot2, dplyr, scales, htmlwidgets en el software R-studio (Equipo, RC, 2020), estos son una excelente opción para crear diagramas de Sankey interactivos ya que facilita la capacidad de visualización y explorar flujos de datos de manera dinámica.

Además, se exportó el diagrama de Sankey en formato HTML, a png de la interacción de los escarabajos y sus servicios ecosistémicos que cada espécimen aporta a la finca cafetalera.

Estos gráficos se analizaron en aplicación a las necesidades y beneficios de la finca cafetalera El Naranjo. Además, se realizaron gráficos en conjunto, de la finca y por cada tipo de cobertura vegetal para comprender la distribución espacial de los servicios ecosistémicos que existen en cada tipo de vegetación proporcionados por estos escarabajos.

6. Resultados

6.1. Identificación a nivel taxonómico más específico de los escarabajos Scarabaeidae registrados en una finca cafetalera orgánica y sus alrededores, en el cantón Quilanga

En los cuatro muestreos realizados en el período enero - abril de 2024 en la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga se registraron 2 542 individuos capturados con trampas de caída (pitfall) y trampas de luz. Para la subfamilia Scarabaeinae se registraron 2 263 individuos comprendidas en siete géneros y siete especies; para la subfamilia Centoniinae se registraron 102 individuos; para Melolonthinae se registraron 99 individuos comprendidas en cuatro géneros y dos especies; para Dynastinae 40 individuos comprendidas en siete géneros y nueve especies; y finalmente para Rutelinae 20 individuos comprendidas en dos géneros y dos especies. Del total, 1101 individuos estuvieron en el área de Café Nuevo, seguido del área de Café Antiguo con 689 individuos, mientras que el Pastizal presentó 488 individuos. Por otro lado, en las trampas de luz se colectaron 264 individuos (Tabla 2). De los géneros identificados el que presentó mayor cantidad de especies fueron: *Plectris*, *Phyllophaga* y *Ancognatha* con 2 especies para cada género.

Tabla 2. Número de individuos por especie colectados en trampas de caída y trampas de luz dentro de las tres coberturas vegetales (Café Antiguo, Café Nuevo y Pastizal, Alrededores de la Finca).

Tipo de trampas Subfamilia y especie		COBERTURAS VEGETALES							Total, de individuos por especie
		C_Antiguo		C_Nuevo		Pastizal		A_F	
		Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Trampas de Luz	
Scarabaeinae	<i>Dichotomius inachus</i> (Erichson, 1847)	38	0	74	0	96	0	2	210
	<i>Coprophanaeus telamon</i> (Erichson, 1847)	3	0	4	0	2	0	1	10
	<i>Phanaeus lunaris</i> Taschenberg, 1870	1	0	1	0	2	0	0	4
	<i>Onthophagus curvicornis</i> Latreille, 1812	25	0	50	0	69	0	0	144
	<i>Ateuchus</i> nr. <i>parvus</i> (Baltasar, 1939)	517	0	956	0	250	0	0	1723
	<i>Uroxys rugatus</i> , Boucomont, 1928	1	0	5	0	18	0	0	24
	<i>Canthon delicatulus</i> Balthasar, 1939	96	0	5	0	47	0	0	148
Centoniinae	Centoniinae	0	0	0	0	0	0	102	102
Melolonthinae	<i>Ancistrosoma intermedium</i> Arrow, 1913	0	0	0	0	0	0	34	34

Tabla 2. Continuación

Tipo de trampas Subfamilia y especie		COBERTURAS VEGETALES							Total, de individuos por especie
		C_Antiguo		C_Nuevo		Pastizal		A_F	
		Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Trampas de Luz	
Melolonthinae	<i>Plectris</i>	0	0	0	0	0	0	30	30
	<i>Phyllophaga</i>	0	0	0	0	0	0	6	6
	<i>Phyllophaga</i> nr. <i>Ohausi</i> (Moser, 1921)	0	0	0	0	0	0	23	23
		0	0	0	0	0	0	2	2
	<i>Macroductylus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Cyclocephala mutata</i> Harold, 1869	0	0	0	0	0	0	3	3
Dynastinae	<i>Ancognatha scarabaeoides</i> Erichson, 1847	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Cyclocephala diluta</i> Erichson, 1847	0	0	0	0	0	0	3	3
	<i>Ancognatha vulgaris</i> Arrow, 1911	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Heterogomphus rubripennis</i> Prell, 1912	0	0	0	0	0	0	8	8
	<i>Stenocrates</i> nr. <i>laevicollis</i> Kirsch, 1871	0	0	0	0	0	0	3	3

Tabla 2. Continuación

Tipo de trampas Subfamilia y especie		COBERTURAS VEGETALES							Total, de individuos por especie
		C_Antiguo		C_Nuevo		Pastizal		A_F	
		Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Caída	Trampas de Luz	Trampas de Luz	
Dynastinae	<i>Archophileurus aper</i> Endrödi, 1977	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Golofa eacus</i> Burmeister, 1847	0	0	0	0	0	0	20	20
	<i>Megaceras morpheus</i> Burmeister, 1847	0	0	0	0	0	0	3	3
Rutelinae	<i>Anomala</i>	0	0	0	0	0	0	18	18
	<i>Mecopelidnota mezai</i> Soula, 2008	0	0	0	0	0	0	2	2
Aphodiidae	<i>Gonaphodiellus sp</i>	8	0	6	0	4	0	0	18
Total, general		689	0	1101	0	488	0	264	2542

Con las curvas rango-abundancia se puede comparar la abundancia de las especies en cada cobertura vegetal, siendo *Ateuchus* nr. *parvus* (Baltasar, 1939) la más abundante en las tres coberturas, con 20,02 % de individuos en el Café Antiguo; 38,37 % en el Café Nuevo y 8,87 % en el Pastizal. Sin embargo, *Dichotomius inachus* (Erichson, 1847) presentó mayor abundancia, con 3,00 % en el Café Nuevo y 3,89 % en el Pastizal. En cuanto a la cobertura de Café Antiguo, *Canthon delicatulus* Balthasar, 1939 presento un valor de 3,89 %, mientras que en el Café Nuevo y Pastizal con el 0,20 % y 1,90 % respectivamente; *Onthophagus curvicornis* Latreille 1812 en el Café Antiguo con 1,01 %, y en el Cafetal Nuevo y Pastizal con 2,03 % y 2,80 respectivamente. Por otro lado, las especies que menores registros presentaron en las tres coberturas fueron *Coprophanaeus telamón* (0,12 %) y *Phanaeus lunaris* (0,4 %). En el Cafetal

Antiguo la especie con mayor rareza fue *Uroxys rugatus*, Boucomont, 1928 con 0,4 % (Figura 7).

Por su parte en la Tabla 3 se presentan las especies con mayor abundancia y especies con menor abundancia como *Macroductylus*, *Ancognatha scarabaeoides* Erichson, 1847, *Ancognatha vulgaris* Arrow, 1911, *Archophileurus aper* Endrödi, 1977 presentando el 0,04 % para cada una de las especies. Estos datos permiten identificar la distribución y predominancia de las especies dentro del ecosistema estudiado.

Tabla 3. Abundancia relativa de las especies de Scarabaeidos en una finca cafetalera del Cantón Quilanga

Especie	Abundancia (%)
<i>Cetoniinae</i>	4,13
<i>Ancistrosoma intermedium</i>	1,38
<i>Plectris</i>	0,93
<i>Phyllophaga nr. ohausi</i>	0,93
<i>Golofa eacus</i>	0,81
<i>Anomala</i>	0,69
<i>Heterogomphus rubripennis</i>	0,32
<i>Phyllophaga</i>	0,24
<i>Cyclocephala mutata</i>	0,12
<i>Stenocrates nr. laevicollis</i>	0,12
<i>Megaceras morpheus</i> Burmeister	0,12
<i>Cyclocephala diluta</i>	0,12
<i>Dichotomius inachus</i>	0,08
<i>Mecopelidnota mezai</i>	0,08
<i>Macroductylus</i>	0,04
<i>Ancognatha scarabaeoides</i>	0,04
<i>Ancognatha vulgaris</i>	0,04
<i>Archophileurus aper</i>	0,04

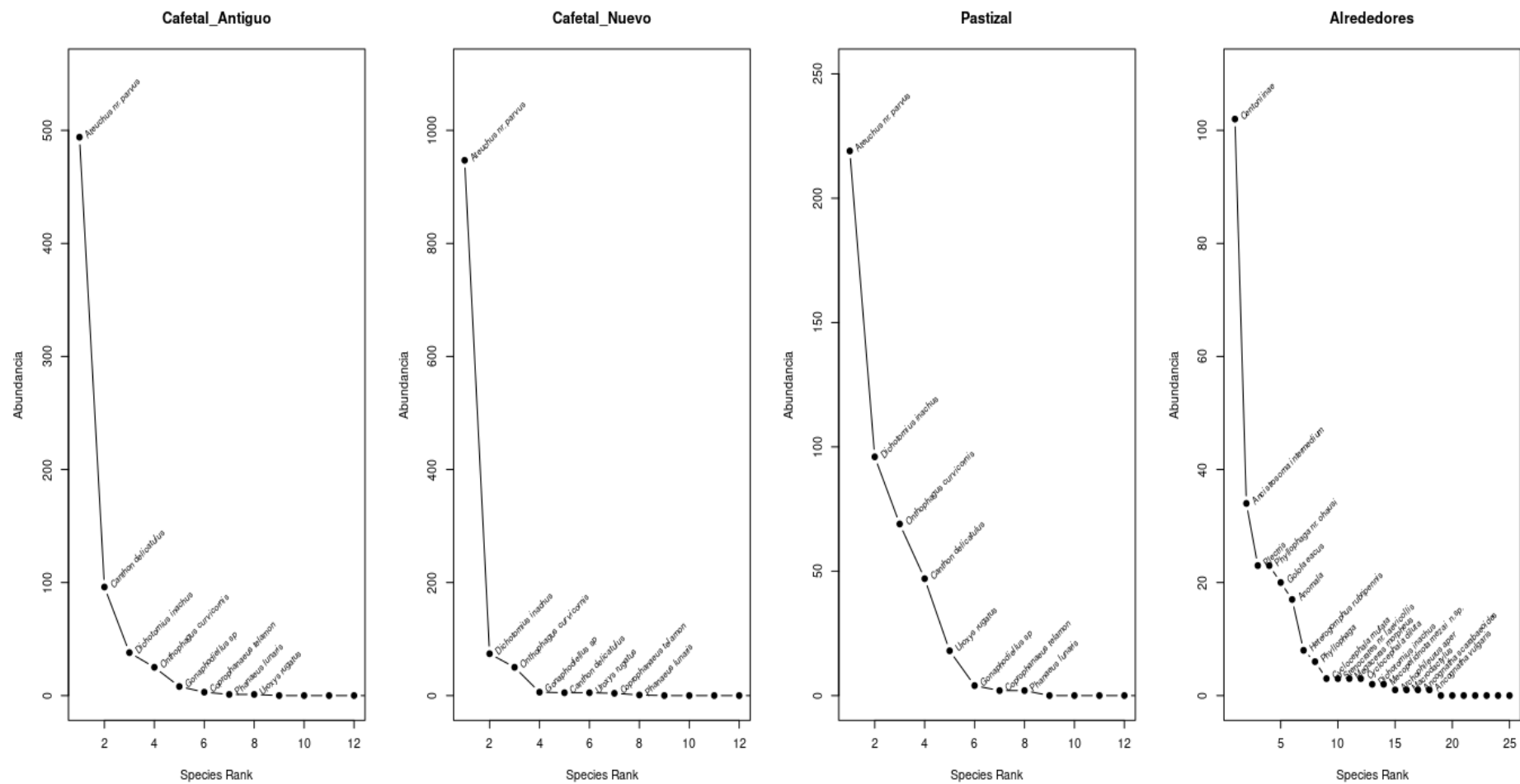


Figura 13. Curva de rango-abundancia de cada cobertura vegetal. El eje X representa el rango de especies y el eje Y corresponde a las abundancias de cada especie por cobertura vegetal.

En la Figura 8 se observa que la comunidad de escarabajos fue homogénea, la gráfica muestra la diversidad de especies en función del número de individuos en diferentes hábitats. Se realizó una extrapolación, la misma que está representada por las líneas entrecortadas y las líneas continuas muestran la rarefacción, es decir, son los individuos muestreados. En los alrededores, la diversidad de especies es significativamente más alta y sigue aumentando conforme aumenta el número de individuos muestreados, sugiriendo que aún podrían registrarse más especies si se incrementa el esfuerzo de muestreo. Por otro lado, en los hábitats del cafetal Antiguo, cafetal Nuevo y Pastizal, la diversidad de especies se estabiliza rápidamente, indicando que la mayoría de las especies ya han sido detectadas con el número de individuos muestreados, es decir, aunque se siga muestreando, existiría baja probabilidad de registrar más especies.

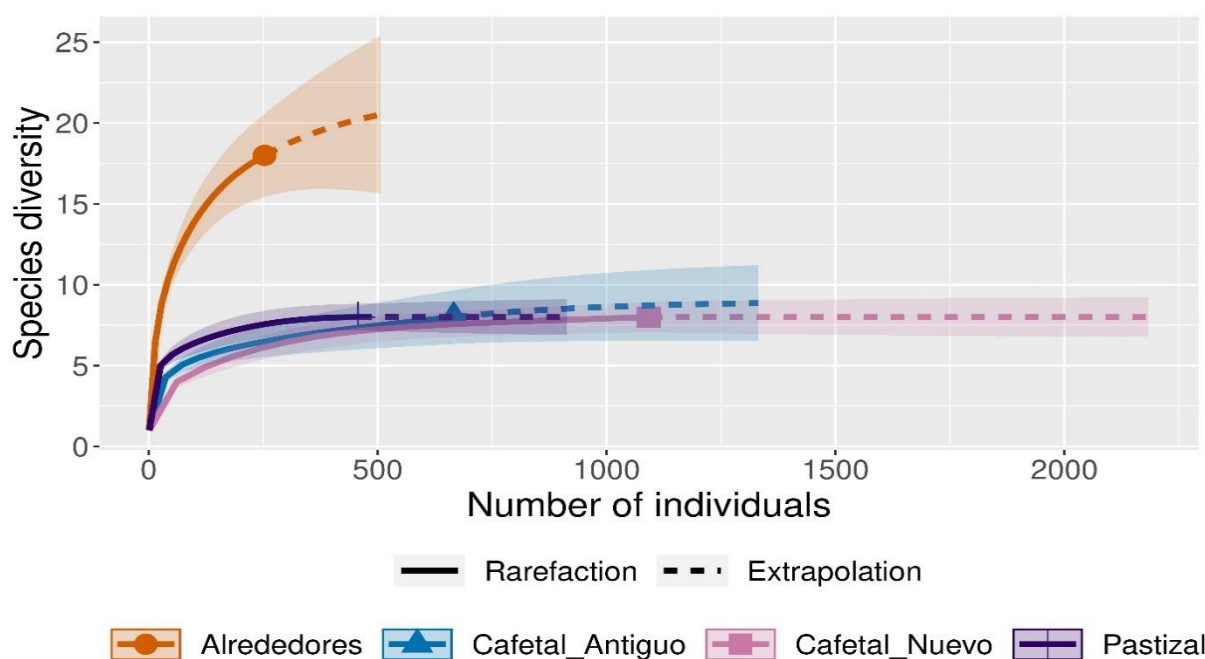


Figura 14. Comparación de la riqueza y abundancia de la comunidad de escarabajos Scarabaeidae en tres coberturas vegetales y los alrededores de la finca El Naranjo del cantón Quilanga. Líneas sombreadas representan los intervalos de confianza de 95 %, en las áreas de muestreo: Alrededores, Cafetal Antiguo, Cafetal Nuevo y Pastizal.

El muestreo fue eficiente para el área de estudio, ya que la curva de integridad de la muestra de especies se acerca al 100 %, indicando que la mayoría de las especies presentes para

cada cobertura se detectaron con el muestreo realizado y no es necesario realizar más muestreos porque el tamaño de la muestra es suficiente para los análisis de interés (Figura 9).

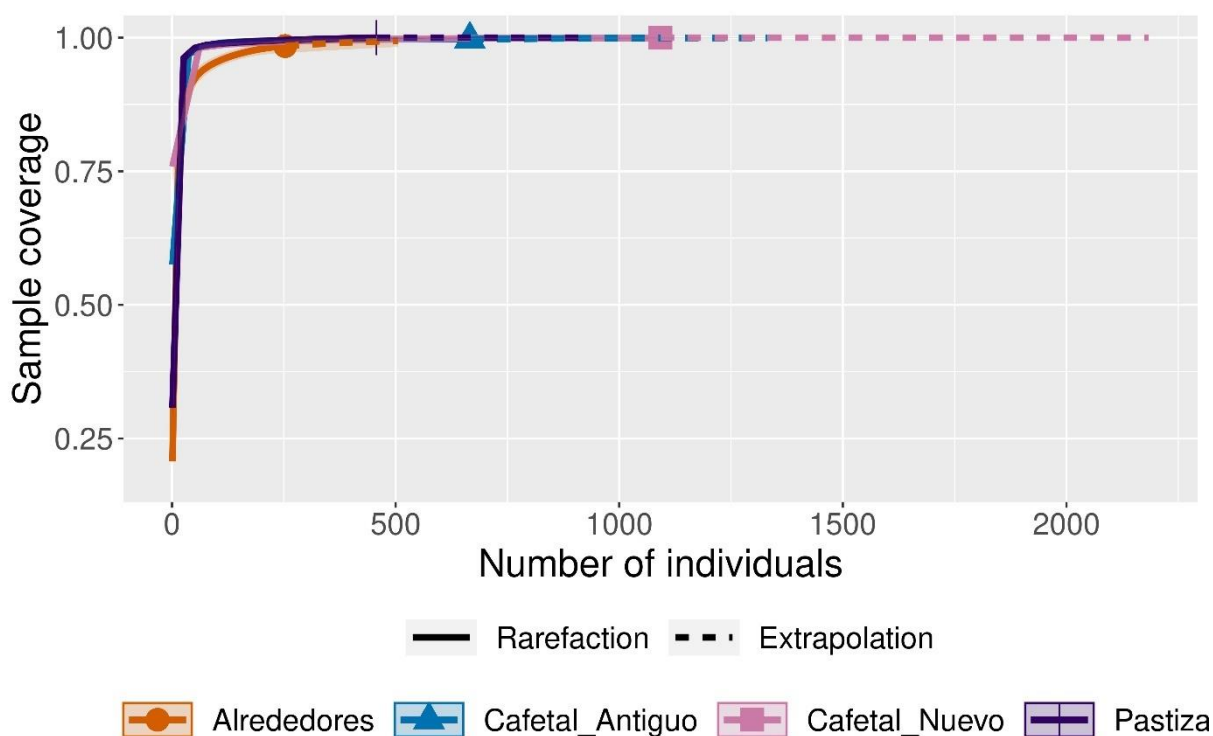


Figura 17. Curva de integridad de la muestra de especies en el área muestreada finca El Naranjo del cantón Quilanga. Eficiencia del muestreo del 100 % con un intervalo de confianza del 95 %.

6.2. Documentar los servicios ecosistémicos proporcionados por la comunidad de escarabeidos en la finca cafetalera orgánica

A partir de las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae registrados en la finca El Naranjo se obtuvo un listado de los servicios ecosistémicos que estos brindan a los sistemas cafetaleros. En base a información publicada de estos escarabajos, la especie que mayor número de servicio ecosistémicos brinda es *Phanaeus lunaris* Taschenberg, 1870 con 13 servicios ecosistémicos, los mismos que pertenecen a la clase de regulación, soporte y cultural, seguida de *Canthon delicatulus* Balthasar, 1939 con 11 SE, *Onthophagus curvicornis* Latreille 1812 con 10 SE, *Ateuchus nr. parvus* (Baltasar, 1939) igualmente con 10 SE y *Ancistrosoma intermedium* Flecha, 1913 fue la que registró menos servicios ecosistémicos (Tabla 3).

Tabla 4. Lista de los servicios ecosistémicos que estaría proporcionando cada especie de escarabajo de la familia Scarabeidae registrados en la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Scarabaeinae	<i>Dichotomius inachus</i>	Dispersión secundaria de semillas	Soporte	7	Arias-Álvarez <i>et al.</i> (2022); Cabrera y Crespo (2001); Guevara-Pacheco (2024); Miranda-Flores <i>et al.</i> (2020) y Peñuela-Cala (2021).
		Aireación del suelo			
		Fijadores de Nitrógeno			
		Bioturbación del suelo			
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Recicladores de carroña			
Recicladores del estiércol					
Scarabaeinae	<i>Coprophanæus Telamón</i>	Recicladores de carroña	Regulación	6	Arias-Álvarez <i>et al.</i> (2022); Cabrera y Crespo (2001); Deloya <i>et al.</i> (2007); González y Giraldo (2018); Martínez-H <i>et al.</i> (2010) y Miranda-Flores <i>et al.</i> (2020).
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
Melolonthinae	<i>Ancistrosoma intermedium</i>	Aireación del suelo	Soporte	2	Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019) y Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
		Polinización	Regulación		
Melolonthinae	<i>Phyllophaga nr. Ohausi</i>	Descomposición de materia orgánica	Soporte	5	Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016); Martínez-H <i>et al.</i> (2010); Rickson <i>et al.</i> (1990) y Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019).
		Humificación del suelo	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
		Polinización	Regulación		

Tabla 4. Continuación

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Melolonthinae	<i>Macroductylus</i>	Polinización Dispersión secundaria de semillas	Regulación Soporte	2	Buitrago-Calderón (2023); Carvajal <i>et al.</i> (2011) y Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
Dynastinae	<i>Cyclocephala mutata</i>	Descomposición de materia orgánica	Soporte	4	Buitrago-Calderón (2023); Carreño-Barrera <i>et al.</i> (2019); Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
		Alimentación de otras especies	Provisión		
		Polinización	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
	<i>Cyclocephala diluta</i>	Polinización	Regulación	4	Buitrago-Calderón (2023); Carreño-Barrera <i>et al.</i> (2019); Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Alimentación de otras especies	Provisión		
	<i>Ancognatha scarabaeoides</i>	Polinización	Regulación	7	Arias-Álvarez <i>et al.</i> (2022); Rickson <i>et al.</i> (1990); Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019); Última y Vallejo (2008).
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Descomposición de materia orgánica	Soporte		
		Alimentación de otras especies	Provisión		
		Alimentación de comunidades	Provisión		

Tabla 4. Continuación

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Dynastinae	<i>Heterogomphus rubripennis</i>	Descomposición de materia orgánica	Soporte	6	Davies <i>et al.</i> (2020); Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016) y Restrepo-Giraldo y López-Avila (2002).
		Aireación del suelo	Soporte		
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Bioindicadores de la calidad de los ecosistemas	Monitoreo y evaluación		
	<i>Ancognatha vulgaris</i>	Alimentación de otras especies	Provisión	4	Arias-Álvarez <i>et al.</i> (2022); Rickson <i>et al.</i> (1990) y Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019).
		Alimentación de comunidades	Provisión		
		Polinización	Regulación		
		Descomposición de materia orgánica	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
	<i>Stenocrates nr. laevicollis</i>	Descomposición de materia orgánica	Soporte	5	Cabrera y Crespo (2001) y Gutiérrez y Villegas (2004).
		Recicladores del estiércol	Regulación		
		Polinización	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
	<i>Archophileurus aper</i>	Aireación del suelo	Soporte	3	Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019) y Guzmán-Mendoza <i>et al.</i> (2016)
		Polinización	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
	<i>Megaceras morpheus</i>	Reciclaje de nutrientes	Regulación	3	Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019).
		Polinización	Regulación		
		Aireación del suelo	Soporte		
	<i>Golofa eacus</i>	Aireación del suelo	Soporte	4	Rickson <i>et al.</i> (1990); Sermeño-Chicas <i>et al.</i> (2019); Útima y Vallejo (2008).
		Alimentación de otras especies	Provisión		
		Alimentación de comunidades	Provisión		
		Polinización	Regulación		

Tabla 4. Continuación

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Scarabaeinae	<i>Onthophagus curvicornis</i>	Dispersión secundaria de semillas	Soporte	10	Arias-Álvarez <i>et al.</i> (2022); Carvajal <i>et al.</i> (2011); Gutiérrez y Villegas (2004); Nichols <i>et al.</i> (2008) y Paucar-Cabrera (2023).
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Descomposición de materia orgánica	Soporte		
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Recicladores de carroña	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Recicladores del estiércol	Regulación		
Scarabaeinae	<i>Phanaeus lunaris</i>	Permeabilidad del suelo	Regulación	13	Carvajal <i>et al.</i> (2011); Gutiérrez y Villegas (2004); Nichols <i>et al.</i> (2008) y Paucar-Cabrera (2023).
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Recicladores de carroña	Regulación		
		Recicladores del estiércol	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
		Infiltración del agua	Regulación		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Aumentan la porosidad del suelo	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Valor cultural	Cultural		

Tabla 4. Continuación

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Scarabaeinae	<i>Ateuchus nr. parvus</i>	Bioturbación del suelo	Soporte	10	Deloya <i>et al.</i> (2007); Martínez-H <i>et al.</i> (2010) ; Miranda-Flores <i>et al.</i> (2020); Nichols <i>et al.</i> (2008) y Paucar-Cabrera (2023)
		Descomposición de materia orgánica	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Reducción de patógenos	Regulación		
		Recicladores del estiércol	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
Scarabaeinae	<i>Canthon delicatulus</i>	Reciclaje de nutrientes	Regulación	11	Carvajal <i>et al.</i> (2011); Deloya <i>et al.</i> (2007); Gutiérrez y Villegas (2004); Miranda- Flores <i>et al.</i> (2020); Nichols <i>et al.</i> (2008)
		Reducción de parásitos	Regulación		
		Reducción de patógenos	Regulación		
		Recicladores del estiércol	Regulación		
		Fertilización del suelo	Regulación		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Descomposición de materia orgánica	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Bioindicadores de la calidad de los ecosistemas	Soporte		

Tabla 4. Continuación

Subfamilia	Especie	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio	No. de SE que ofrece	Autores
Aphodiidae	<i>Gonaphodiellus sp</i>	Recicladores del estiércol	Regulación	7	Rickson <i>et al.</i> (1990) y Clavijo-Bustos <i>et al.</i> (2021)
		Descomposición de la Materia Orgánica	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Alimentación de otras especies	Provisión		
Scarabaeinae	<i>Uroxys rugatus</i>	Reducción de parásitos	Regulación	8	Carvajal <i>et al.</i> (2011); Chamorro <i>et al.</i> (2018); Deloya <i>et al.</i> (2007); Gutiérrez y Villegas (2004); Nichols <i>et al.</i> (2008) y Paucar-Cabrera (2023).
		Recicladores del estiércol	Regulación		
		Reciclaje de nutrientes	Regulación		
		Bioindicadores de la calidad de los ecosistemas	Soporte		
		Bioturbación del suelo	Soporte		
		Dispersión secundaria de semillas	Soporte		
		Aireación del suelo	Soporte		
		Fijadores de Nitrógeno	Soporte		

De acuerdo con las especies de escarabajos registrados, los servicios ecosistémicos dominantes dentro de la finca cafetalera El Naranjo serían la aireación del suelo, reciclaje de nutrientes, la polinización, descomposición de la materia orgánica y la dispersión secundaria de semillas. Los servicios ecosistémicos de aumentar la porosidad del suelo, bioindicadores de la calidad de los ecosistemas, humificación del suelo, infiltración del agua, permeabilidad del suelo y valor cultural fueron los menos representados, con solo una especie para cada uno (Figura 10).

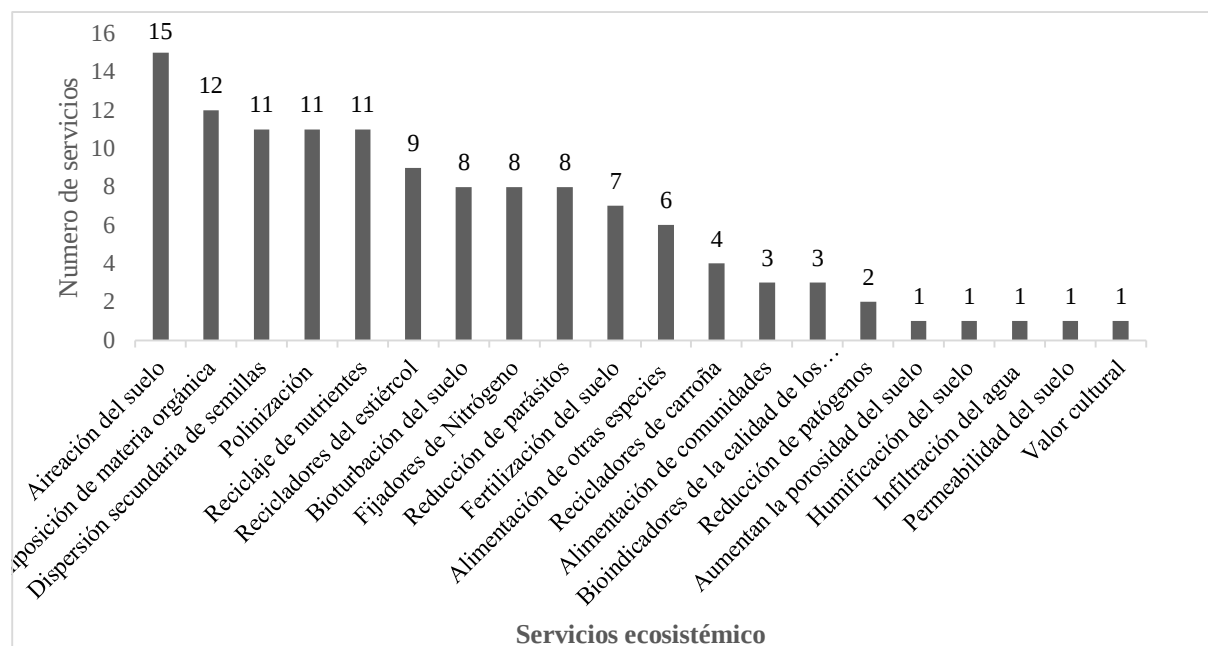


Figura 20. Servicios ecosistémicos que estarían brindando las especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae registradas en la finca El Naranjo.

En el diagrama de Sankey se visualiza la interacción de cada especie de escarabajos y los servicios ecosistémicos que estos estarían proporcionando en la finca cafetalera. Cada especie está conectada con múltiples servicios mediante nodos. *Phanaeus lunaris* Taschenberg, 1870 es la que más interacciones presenta, seguida de *Canthon delicatulus* Balthasar, 1939, *Onthophagus curvicornis* Latreille 1812, *Ateuchus* nr. *parvus* (Baltasar, 1939), destacando en funciones de aireación del suelo, bioturbación, reciclaje de estiércol, reciclaje de nutrientes, reducción de parásitos, reducción de patógenos, descomposición de materia orgánica y fijadores de nitrógeno, respectivamente (Figura 11).

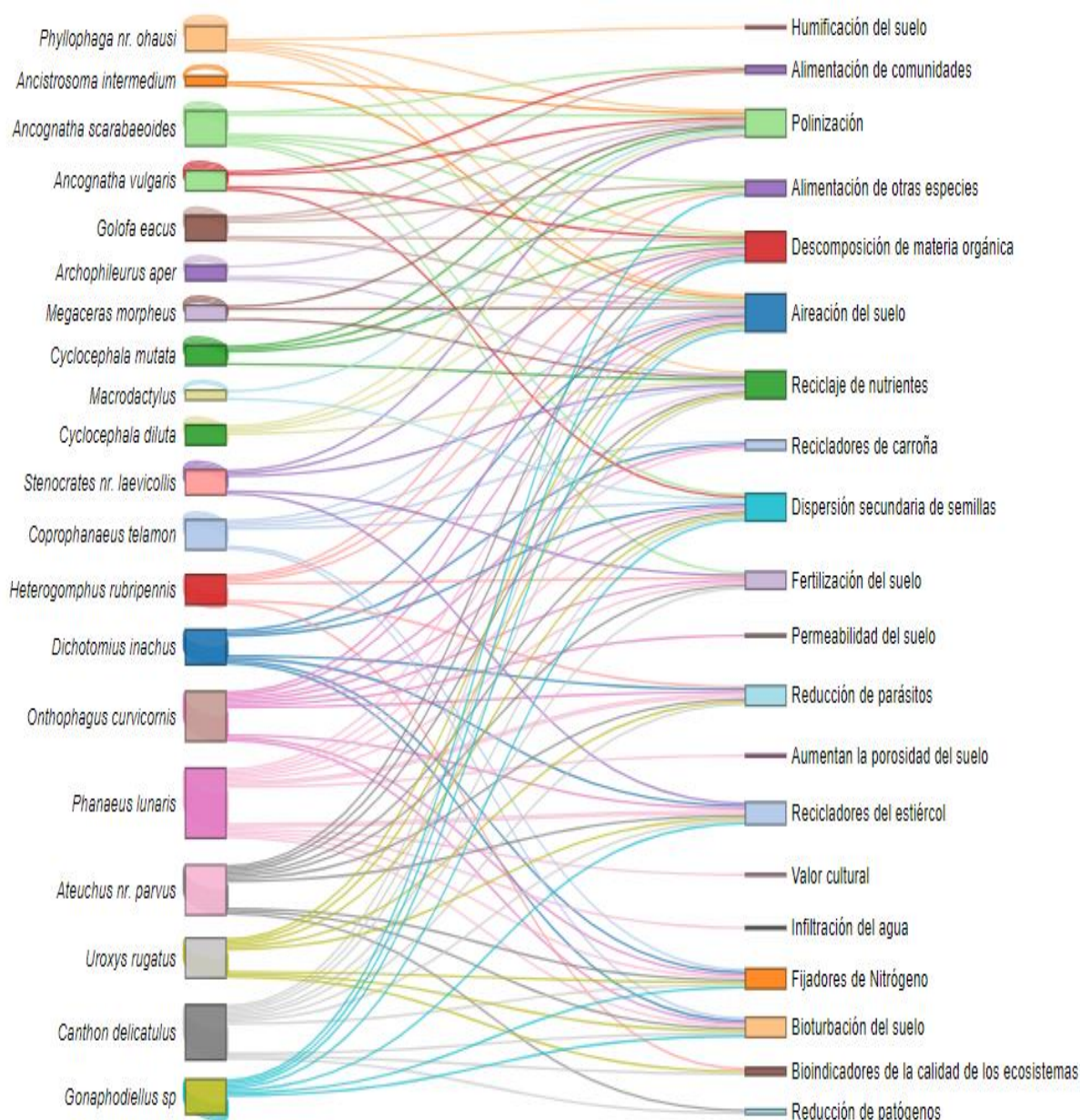


Figura 21. Número de especies que presentan los servicios ecosistémicos por cada especie en la finca cafetalera El Naranjo del cantón Quilanga. Las líneas representan los nodos conectados con cada servicio ecosistémico

Además, el diagrama de Sankey muestra la relación entre diversas especies de escarabajos y los servicios ambientales que están reportados en la literatura, con un enfoque en la abundancia de cada especie y su contribución a múltiples funciones. Esto se evidencia en el grosor de sus nodos, es decir, mientras mayor es la abundancia de las especies más gruesas serán las líneas de interacción. Además, se pudo visualizar como estas especies pueden interactuar en grupo beneficiando en mayor medida a los ecosistemas. Siendo las especies de *Ateuchus nr. parvus* (Baltasar, 1939), *Dichotomius inachus* Erichson, 1847, *Onthophagus*

curvicornis Latreille 1812 y *Canthon delicatulus* Balthasar, 1939, las que mayor abundancia y grosor de sus nodos o líneas de interacción presentan (Figura 12).

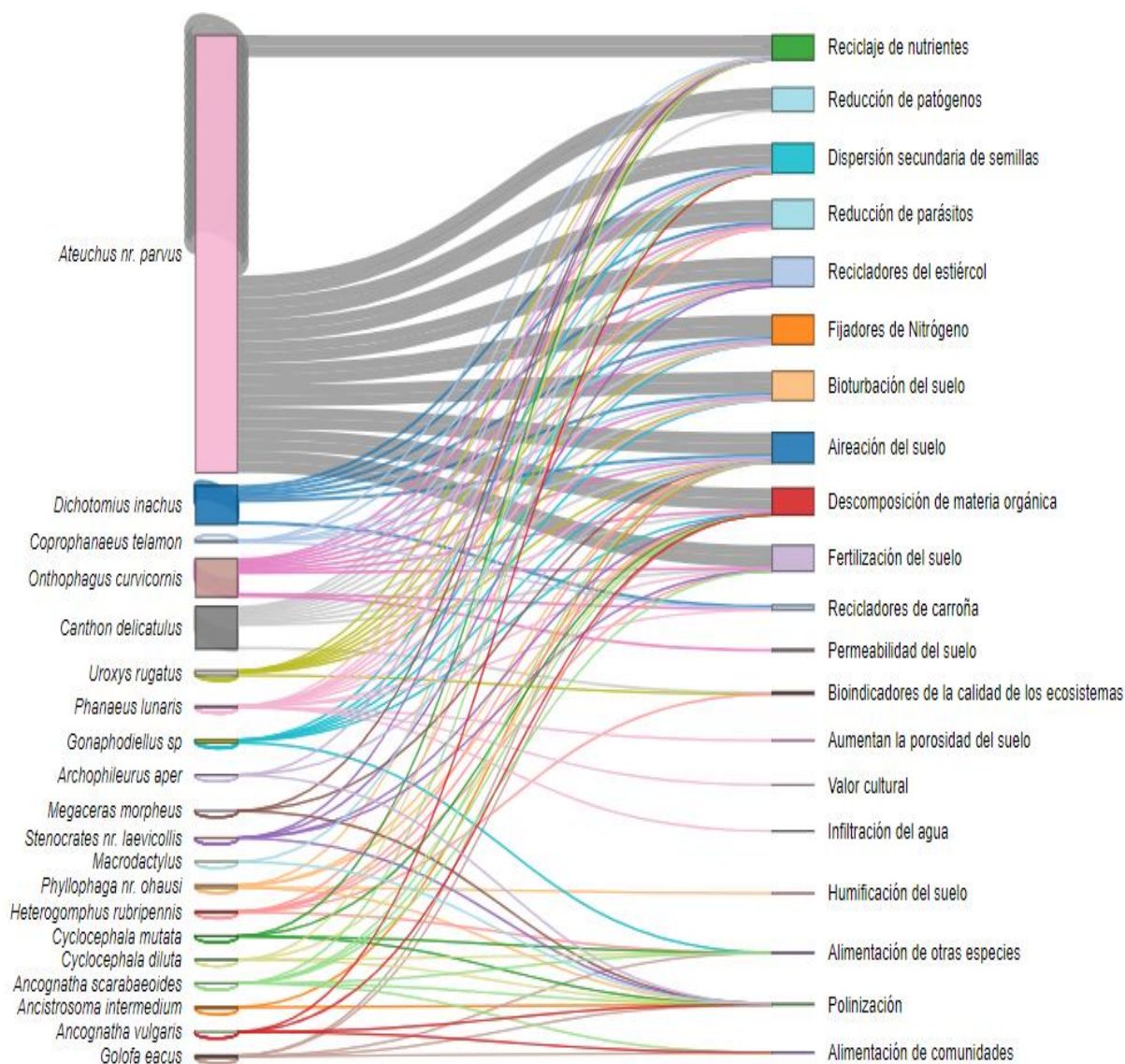


Figura 24. Especies de escarabajos de la familia Scarabaeidae con sus respectivos servicios ecosistémicos. Las líneas conectan las especies con los servicios que brindan, mediante nodos o líneas de interacción y el grosor de la línea indica la abundancia de las especies que brindan el servicio.

7. Discusión

El presente estudio da a conocer los servicios ecosistémicos proporcionados por los escarabajos de la familia Scarabaeidae en una finca cafetalera orgánica en el cantón Quilanga, Loja, Ecuador. Se encontró que los escarabajos juegan un papel crucial en la aireación del suelo, la polinización, descomposición de la materia orgánica, disminución de los gases de efecto invernadero y aporte de minerales al suelo, además estos escarabajos, son considerados como bioindicadores de ecosistemas perturbados, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad del agroecosistema cafetalero.

Las especies de escarabajos son diversas y abundantes dentro de la finca cafetalera orgánica. Como lo indica, Carvajal *et al.* (2011) esta abundancia evidencia que los agroecosistemas cafetaleros orgánicos pueden albergar una riqueza considerable de este grupo de coleópteros, a pesar de las presiones antrópicas a las que comúnmente se ven expuestos. Además, los resultados de los escarabajos fitófagos son comparables a otros estudios realizados en regiones tropicales, por ejemplo en un estudio realizado por Restrepo-Giraldo y López-Avila (2002), registraron 26 especies en cultivos de café en Colombia, algunas de estas especies las catalogan como plagas de gran importancia económica en los cultivos.

En este mismo contexto, un estudio realizado por García-Atencia *et al.* (2015) sobre escarabajos fitófagos en un fragmento de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia, que reportó 18 especies de escarabajos Scarabaeidae en la cobertura de café, los consideran como plagas de cultivos, ya que se alimentan de raíces, tallos, bulbos, tubérculos o materia orgánica. Sin embargo, Jackson y Klein (2006) afirma que solo el 2 % de las especies de escarabajos se consideran propiamente plagas en todos los continentes y muchas de las veces los mismos escarabajos que se consideran plagas, son los encargados de polinizar la planta afectada y han demostrado ser excelentes aliados de los agricultores en plantaciones de café, ya que brindan una serie de servicios ecosistémicos como los mencionados por Nichols *et al.* (2008) y Paucar-Cabrera (2023).

Esto sugiere que los agroecosistemas cafetaleros orgánicos del Cantón Quilanga albergan una mayor riqueza de este grupo de coleópteros, posiblemente debido a la menor perturbación y mayor disponibilidad de recursos y hábitats en estos sistemas de producción orgánica. En este

sentido, Martínez-H *et al.* (2010) en su estudio indican que los ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos y condiciones ambientales como la humedad, presentan una mayor diversidad y abundancia de especies, ya que la humedad es un recurso que atrae a muchos vertebrados, aumentando la densidad de excrementos en el lugar propicio para scarabaeinos. Además, Villamarín-Cortez (2010) ha reportado que los escarabajos escarabeinos tienen preferencia por zonas con una cobertura vegetal alta, ya que su alimento se mantiene fresco por más tiempo, es por ello que se trasladan de zonas con grandes perturbaciones a zonas con mayor disponibilidad de recursos vegetales.

Dentro de la subfamilia Scarabaeinae, se identificaron siete géneros y siete especies, siendo *Ateuchus nr. parvus* la más abundante. Este hallazgo está relacionado con estudios realizados en cafetales en Colombia y en México por Martínez-H *et al.* (2010) y Deloya *et al.* (2007), respectivamente, donde *Ateuchus parvus* ha sido identificado como una especie dominante en ecosistemas con prácticas agrícolas sostenibles. Así mismo, otro estudio realizado por Miranda-Flores *et al.* (2020) en el norte de Veracruz, evalúa la diversidad del paisaje y remoción del estiércol por escarabajos coprófagos en pastizales, indicando que los géneros dominantes dentro de estos ecosistemas son *Ateuchus* y *Canthidium*, representando mayor abundancia y riqueza en las épocas de lluvia ya que existen mayores recursos y condiciones para su supervivencia.

En la subfamilia Melolonthinae, se observó que *Ancistrosoma intermedium* presentó una mayor abundancia. Estos resultados son similares a los presentados por Útima y Vallejo (2008) en Colombia, en ecosistemas cafetaleros, quienes reportan una diversidad y abundancia similar de la subfamilia Melolonthinae. De igual forma, Davies *et al.* (2020) reportan una abundancia similar de esta subfamilia en un bosque pluvial tropical de Colombia, lo que refuerza la importancia de estos escarabajos en la salud del suelo y la productividad agrícola.

En comparación con las subfamilias Scarabaeinae y Melolonthinae las subfamilias Dynastinae y Rutelinae presentan una abundancia tres veces menor, en el cual estos resultados presentan un patrón parecido a los estudios realizados por García-Atencia *et al.* (2015), quienes reportaron que la subfamilia Dynastinae tuvo la menor abundancia en estos ecosistemas cafetaleros. Del mismo modo, Útima y Vallejo (2008) reportan que la subfamilia con menor abundancia fue Rutelinae, lo que se puede atribuir a la falta de técnicas de muestreo específicas para capturar aquellas especies no fototrópicas que escasamente son colectadas por trampas de luz.

De manera general, la distribución espacial de los escarabajos mostró que la mayor abundancia se encontró en la cobertura de Café Nuevo, mientras que en el Pastizal y en el Café antiguo la abundancia fue relativamente menor. Estos resultados son comparables con los obtenidos en estudios realizados en cafetales de Costa Rica, donde se ha observado que las prácticas de manejo orgánico y la heterogeneidad del paisaje influyen significativamente en la distribución y abundancia de los escarabajos. Cabe destacar que el muestreo fue eficiente para el área de estudio, ya que la curva de cobertura de la muestra se acerca a 100 %, lo que significa que, a pesar de un mayor esfuerzo de muestreo, ya no se registrarán más especies como lo reporta Miranda-Flores *et al.* (2020).

Los escarabajos de la familia Scarabeidae desempeñan roles esenciales dentro de la finca cafetalera, ya que brindan varios servicios ecosistémicos que benefician a los sistemas cafetaleros (González y Giraldo, 2018). Los SE más abundantes que estarían presentes en la finca El Naranjo son la aireación del suelo, reciclaje de nutrientes, polinización, descomposición de materia orgánica y dispersión secundaria de semillas. Estos resultados son coherentes con estudios previos que se han realizado en ecosistemas tropicales donde los escarabajos tienen roles importantes en el mantenimiento de la salud y productividad del suelo como lo afirma Paucar-Cabrera (2023).

En este contexto, la aireación del suelo y la bioturbación es llevada a cabo por especies como *Ateuchus nr. parvus*, *Canthon delicatulus*, *Coprophanaeus telamon*, *Dichotomius inachus*, *Onthophagus curvicornis*, *Phanaeus lunaris* y *Uroxys rugatus*, mismos que mejoran la estructura del suelo ya que Peñuela-Cala (2021) asegura que facilitan la penetración de agua y aire, lo que es crucial para la salud de las raíces de las plantas y la eficiencia de los sistemas agrícolas. Es por ello, que Arias-Álvarez *et al.* (2022) en su estudio realizado en el bosque andino en Colombia, donde evaluaron las funciones ecológicas de los escarabajos, indican que los géneros de *Onthophagus*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Ontherus* y *Coprophanaeus*, tienen una buena capacidad para la remoción de heces, aireación del suelo y dispersión de semillas, en ecosistemas perturbados, en el cual concluyeron que estas especies tienen impactos positivos en los ecosistemas. Del mismo modo Miranda-Flores *et al.* (2020) indican que en el norte de Veracruz, las especies de escarabajos peloteros tienen gran capacidad de remover las heces del ganado vacuno, reducir las emisiones de N₂, reducir los patógenos y descomponer la materia orgánica. Por lo tanto, estos resultados confirman que los escarabajos coprófagos están bien adaptados a

ecosistemas agroforestales y boscosos ya que les proveen las condiciones ambientales idóneas para su supervivencia.

Otro de los servicios ecosistémicos esenciales que estos escarabajos brindan dentro de los agroecosistemas cafetaleros sería el reciclaje de nutrientes ya que, Gutiérrez y Villegas (2004) afirman que varias especies tienen la capacidad de descomponer la materia orgánica y el estiércol de otros animales, mediante su metabolismo. Además, Cabrera y Crespo (2001) indican que este proceso es vital para la regeneración de nutrientes en el suelo, asegurando la disponibilidad de elementos esenciales como nitrógeno y fósforo para las plantas. De manera similar, Guevara-Pacheco (2024) en su estudio de la composición de escarabajos coprófagos en relación al uso del suelo, registró los siguientes géneros: *Ontherus*, *Canthidium*, *Onthophagus*, *Eurysternus*, *Scybalocanthos*, *Coprophanaeus*, donde indica que las especies de estos géneros de escarabajos son cruciales para el reciclaje de nutrientes en el suelo, mejorando la productividad agrícola y la sostenibilidad de los agroecosistemas.

En cuanto al servicio de la polinización, se observó que éste sería el menos frecuente, pero igualmente importante, algunas de las especies registradas y que han sido reportadas que brindan este servicio ambiental fueron: *Ancistrosoma intermedium*, *Ancognatha scarabaeoides*, *A. vulgaris*, *Archophileurus aper*, *Cyclocephala mutata*, *Cyclocephala diluta*, *Golofa eacus*, *Megaceras morpheus*, *Phyllophaga* nr. *ohausi* y *Stenocrates* nr. *laevicollis*. De esta manera, la contribución de los escarabajos a la polinización es vital para la reproducción de muchas plantas tropicales (Sermeño-Chicas *et al.*, 2019); y aporta en la regeneración de la vegetación en fincas agroforestales como la del presente estudio.

Varios estudios en regiones tropicales, como el de Guzmán-Mendoza *et al.* (2016) han demostrado que los escarabajos pueden complementar a otros polinizadores, como las abejas, aumentando la biodiversidad. Como por ejemplo, Buitrago-Calderón (2023), indica que las especies del género *Cyclocephala* se encontraron asociadas a cultivos de palma y como polinizadores efectivos de la misma. En este mismo contexto, Carreño-Barrera *et al.* (2019) indicaron que *Ancognatha vulgaris*, es abundante en plantaciones de palma de cera andina, ya que en sus resultados la mayoría de los individuos capturados contenían polen de las inflorescencias de la misma, debido a que los escarabajos de esta especie dependen de la producción abundante de este recurso de la palma de cera como una importante fuente de ingesta nutricional,

contribuyendo así a la polinización. Además, Rickson et al. (1990) mencionan que son muy pocas las especies de escarabajos que tienen la función de polinizar cultivos de palma, algunas de estas especies se encuentran dentro de las subfamilias Cetoniinae, Melolonthinae Dynastinae, cuyos adultos se alimentan del polen de la palma durazno *Bactris gasipaes* kunth.

8. Conclusiones

- Los resultados del presente estudio basados en revisión bibliográfica, sugiere que los escarabajos de la familia Scarabaeidae desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en los cafetales, identificándose un total de 23 especies a lo largo del estudio, se puede inferir su importancia como bioindicadores de la salud del ecosistema, y como promotores de la restauración de los suelos.
- Los escarabajos Scarabeidae estarían jugando un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, aireación, bioturbación, dispersión secundaria de semillas, polinización, control de plagas y patógenos; y, reducción de las emisiones de N₂ de las heces de los animales, como varios de los estudios reportados. Por lo tanto, la presencia y distribución de las especies que brindan estos servicios en la finca El Naranjo contribuyen a la calidad ambiental, la estructura de los suelos y la gestión sostenible en los agroecosistemas cafetaleros, según lo indicado en la revisión bibliográfica cumplen un rol importante en la estabilidad ecológica de la región.
- Además, la presencia de estos escarabajos asegura la reducción de la acumulación de materia orgánica en descomposición, minimizando el riesgo de enfermedades y plagas que podrían afectar la producción cafetalera y reducir los ingresos económicos.
- En la finca El Naranjo están presentes varias especies de escarabajos que brindan un amplio rango de servicios ecosistémicos, siendo *Phanaeus lunaris* la especie que ofrece la mayor cantidad de servicios, con un total de 13 de éstos. Estos servicios incluyen la aireación del suelo, reciclaje de nutrientes, polinización; y la descomposición de materia orgánica, entre otros reportados por otros autores. La diversidad de servicios ecosistémicos que estarían proporcionando los escarabajos no solo contribuye a la salud del ecosistema cafetalero, sino que también apoya la producción sostenible de café, mejorando la calidad del suelo y promoviendo un ambiente más equilibrado.

9. Recomendaciones

- Enfocar futuras investigaciones a largo plazo para entender mejor las dinámicas poblacionales de los escarabajos y cómo éstas varían a lo largo de diferentes estaciones y años.
- Realizar estudios comparativos entre diferentes tipos de sistemas agrícolas convencionales versus orgánicos, para evaluar más a fondo el impacto de las prácticas agrícolas en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- Establecer un programa continuo de monitoreo de la biodiversidad de los escarabajos en los cafetales; para evaluar las fluctuaciones en la población de Scarabaeidae y su impacto en los servicios ecosistémicos.
- Implementar un plan de manejo que permita optimizar y conservar estos servicios, que debe incluir estrategias de manejo sostenible que protejan la biodiversidad y aseguren la salud del ecosistema, así como la capacitación a los caficultores que implementen prácticas que beneficien tanto a la producción de café como a la conservación de los escarabajos.

10. Bibliografía

- Aguirre Mendoza, Z. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523-542. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- Arias-Álvarez, G. A., Vanegas-Alarcón, D. A., García-Hernández, A. L., Santos-Heredia, C., & Andresen, E. (2022). Efecto de la cobertura vegetal en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y sus funciones ecológicas en un bosque andino de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 70(1). <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v70i1.47849>
- Ávila Jiménez, J. F. (2023). Plan de Mejora del proceso de gestión para las organizaciones económicas populares y solidarias. Caso: Asociación de Producción Cafetalera del Sur Oriente de la provincia de Loja periodo 2016-2021. <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/6556>
- Bedoya-Gómez, B. D., Dossman-Gil, M. A., & Marín-Fernández, J. (2021). Valoración ecológica de los servicios ecosistémicos prestados por el suelo en fincas cafeteras en Belén de Umbría, Colombia. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1), 160-185. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.8>
- Brown, J., Scholtz, C. H., Janeau, J.-L., Grellier, S., & Podwojewski, P. (2010). Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) can improve soil hydrological properties. *Applied Soil Ecology*, 46(1), 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.05.010>
- Buitrago-Calderón, D. L. (2023). Estructura de la comunidad y preferencia de escarabajos cyclocephalini (Coleoptera: Dynastinae) visitantes florales de palmeras silvestres en Casanare, Orinoquía Colombiana. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1191&context=biologia>
- Cabrera, G., & Crespo, G. (2001). Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(1), 3-9.
- Calisto, V., & Morelli, E. (2011). Descripción de los estados inmaduros de *Rutela lineola* (Linneo, 1767) (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 27(1), 67-76. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.271734>
- Carpaneto, G. M., Mazziotta, A., & Valerio, L. (2007). Inferring species decline from collection records: Roller dung beetles in Italy (Coleoptera, Scarabaeidae). *Diversity and Distributions*, 13(6), 903-919. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00397.x>

- Carreño-Barrera, J., Núñez-Avellaneda, L. A., & Maia, A. C. D. (2019). *Ancognatha vulgaris* (Melolonthidae, Cyclocephalini): A specialized pollen-feeding scarab associated with wax palms (*Ceroxylon* spp., *Arecaceae*) in Andean cloud forests of Colombia. *Arthropod-Plant Interactions*, 13(6), 875-883. <https://doi.org/10.1007/s11829-019-09711-1>
- Carvajal, V., Villamarín-Cortez, S., & Ortega, A. (2011). *Escarabajos del Ecuador, Principales Géneros*. https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Villamarin-Cortez/publication/294581162_Escarabajos_del_Ecuador_Principales_Generos/links/5b5a8057a6fdccf0b2f90d2e/Escarabajos-del-Ecuador-Principales-Generos.pdf
- Castillo Calva, M. F. (2016). Estudio técnico productivo del café ecológico en la asociación de artesanos el colmenar en la parroquia San Antonio de las Aradas del Cantón Quilanga, provincia de Loja [Tesis, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17721/1/Manuel%20Florencio%20Castillo%20Calva.pdf>
- Celi, J., & Dávalos, A. (2001). Manual de monitoreo, los escarabajos peloteros: Como indicadores de la calidad ambiental (1. ed). EcoCiencia.
- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., & Vaz-de-Mello, F. Z. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Chamorro, W. R., Gallo, F. O., Delgado, S., Enríquez, S. I., Guasumba, V., & López-Iborra, G. (2019). Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota Colombiana*, 20(1), 34-49. <https://doi.org/10.21068/c2019.v20n01a03>
- Clavijo-Bustos, J., Bacca, T., Canal, N. A., Clavijo-Bustos, J., Bacca, T., & Canal, N. A. (2021). Nuevos registros de Aphodiinae (Coleóptera, Scarabaeidae) en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), 738-746. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1331>
- Cruz, M., Martínez M., I., López-Collado, J., Vargas-Mendoza, M., González-Hernández, H., & Platas-Rosado, D. E. (2012). Degradación del estiércol vacuno por escarabajos estercoleros en un pastizal tropical de Veracruz, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 148-155. <https://doi.org/10.25100/socolen.v38i1.8976>

- Cunto, G. C., & Bernard, E. (2012). Neotropical Bats as Indicators of Environmental Disturbance: What is the Emerging Message? *Acta Chiropterologica*, 14(1), 143-151. <https://doi.org/10.3161/150811012X654358>
- Davies, R. W., Edwards, D. P., & Edwards, F. A. (2020). Secondary tropical forests recover dung beetle functional diversity and trait composition. *Animal Conservation*, 23(5), 617-627. <https://doi.org/10.1111/acv.12584>
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). Una tipología para la clasificación, descripción y valoración de las funciones, bienes y servicios del ecosistema. *Ecological Economics*, 41, 393-408.
- Deloya, C., Parra-Tabla, V., & Delfín-González, H. (2007). Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*, 36(1), 5-21. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000100002>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.*, 25(1), 74-100.
- Equipo, RC. (2020). R A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370298755636824325>
- Ferrer-Paris, J. R., Sánchez-Mercado, A., & Rodríguez, J. P. (2013). Optimización del muestreo de invertebrados tropicales: Un ejemplo con escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 61(1), Article 1. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i1.10941>
- Figueroa, L., & Alvarado, M. (2011). Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 209-212. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.230>
- Filippini, V. (2015). Taxonomía y filogenia de los géneros *Anomala* y *Callistethus* de Costa Rica. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/48349>
- García-Atencia, S., Martínez-Hernández, N., & Pardo-Locarno, L. C. (2015). Escarabajos fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un fragmento de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(3), 754-763. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.009>

- Garza-Almanza, V. (2015). Tráfico ilegal de vida silvestre y educación ambiental. *Cultura Científica y Tecnológica*, 27, Article 27. <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/384>
- Gbif. (2019). GBIF Occurrence Download (p. 7432922) [Darwin Core Archive]. The Global Biodiversity Information Facility. <https://doi.org/10.15468/DL.HYYG47>
- Gil-Palacio, Z. (2020). Servicios ecosistémicos del control natural en el cultivo del café. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano* (pp. 186-203). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0001_8
- González, M. G., & Giraldo, C. A. S. (2018). Servicios ecosistémicos potenciales en el sector cafetero colombiano. *Revista Cenicafé*, 69(2), 35-46.
- Guevara-Pacheco, N. (2024). Composición de escarabajos coprófagos y su relación con el uso del suelo en el CIC La Isla de la Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1210&context=biologia>
- Gutiérrez, G. P. A., & Villegas, E. M. V. (2004). Los coleópteros y el compost. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1), 93-95.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., Martínez-Yáñez, R., Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: Análisis de su importancia multidimensional. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), 370-379.
- Jackson, T. A., & Klein, M. G. (2006). Scarabs as Pests: A Continuing Problem. *The Coleopterists Bulletin*, 60(sp5), 102-119. [https://doi.org/10.1649/0010-065X\(2006\)60\[102:SAPACP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/0010-065X(2006)60[102:SAPACP]2.0.CO;2)
- Jameson, M. L. (2005). Generic Guide to New World Scarab Beetles. En Division of Entomology. <https://unsm-ento.unl.edu/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Rutelinae/Rutelinae-Overview/RutelinaeO.html>
- Jurjonas, M., Crossman, K., Solomon, J., & Baez, W. L. (2016). Potential Links Between Certified Organic Coffee and Deforestation in a Protected Area in Chiapas, Mexico. *World Development*, 78, 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.030>

- Kohlmann, B., Solís, Á., Elle, O., Soto, X., & Russo, R. (2007). Biodiversity, conservation, and hotspot atlas of Costa Rica: A dung beetle perspective (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). 1-34. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1466.1.7>
- Lugo-García, G. A., Ortega-Arenas, L. D., González-Hernández, H., Aragón-García, A., Romero-Nápoles, J., Rubio-Cortés, R., & Morón, M. Á. (2011). Melolonthidae nocturnos (Coleoptera) recolectados en la zona agrícola agavera de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.), 27(2), 341-357. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.272757>
- Mantilla-Rios, W. (2023). RPubS—Diagrama de flujo Sankey en R. <https://rpubs.com/wmantilla/1056716>
- Martinez, I., Cruz, M., Montes de Oca T, E., & Suárez L., T. (2011). La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. *Acta zoológica Mexicana* (N.S.), 28(1), 227-229.
- Martínez-H, N. J., Cañas-M, L. M., Rangel-A, J. L., Blanco-R, O., Mendoza-P, J. D., & Cohen-B, S. (2010). Coleoptera (viii) coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: scarabaeinae) en la reserva natural las Delicias (RND), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14(2), 187-200.
- Miranda-Flores, K. P., Chamorro-Florescano, I. A., Favila, M. E., Alanís-Méndez, J. L., Ortiz-Domínguez, M., Miranda-Flores, K. P., Chamorro-Florescano, I. A., Favila, M. E., Alanís-Méndez, J. L., & Ortiz-Domínguez, M. (2020). Diversidad del paisaje y remoción del estiércol por escarabajos coprófagos en pastizales del norte de Veracruz. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2792>
- Moore, M. R., Cave, R. D., & Branham, M. D. (2018). Synopsis of the cyclocephaline scarab beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae). *ZooKeys*, 745, 1-99. <https://doi.org/10.3897/zookeys.745.23683>
- Muschler, R. G. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51(2), 131-139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>
- Navarrete-Heredia, J. (2020). Escarabajos: Maravillas naturales. 5-8.
- Neita Moreno, J. C. (2011). Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 1.
- Nichols, E., & Gómez, A. (2014). Dung beetles and fecal helminth transmission: Patterns, mechanisms and questions. *Parasitology*, 141(5), 614-623. <https://doi.org/10.1017/S0031182013002011>

- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S., & Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461-1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Otavo, S. E., Parrado Rosselli, Á., & Noriega, J. A. (2013). Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2). <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i2.11219>
- Paucar-Cabrera, A. (2018). Sinopsis de los Pentodontini (coleoptera Scarabaeidae: Dynastinae) de Ecuador y lista de especies de los escarabajos dynastinos ecuatorianos [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=178538>
- Paucar-Cabrera, A. (2023). Una presencia subestimada: Los escarabajos de la familia Scarabaeidae y sus servicios ecosistémicos y amenazas. *Catálisis Revista Digital*, 5(9), 7-11.
- Peñate, L. M. M. (2010). Los escarabajos de mayo (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al cultivo de café en la finca El Recreo, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7041/1/T-02865.pdf>
- Peñuela Cala, A. (2021). Sistemas Agroforestales y Servicios Ecosistémicos. El caso de siete agricultores familiares del municipio de Ventaquemada en Boyacá [Tesis, Pontificia Universidad Javeriana]. <http://hdl.handle.net/10554/58377>
- Pilco, A. F. H., Espinoza, S. T. L., Cruz, S. M. O., & May, M. A. H. (2020). Insectos asociados al agroecosistema de café bajo sombra en Milpuc, Amazonas, Perú. *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 12(2). https://www.redalyc.org/journal/5156/515664454023/html/#redalyc_515664454023_ref43
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Quilanga. (2014, 2019). PDOT Parroquia Quilanga 2014 2019. <https://es.scribd.com/document/375722709/PDOT-Parroquia-Quilanga-2014-2019>
- Ratcliffe, B. C., Cave, R. D., Cano, E. B., & Museum, U. of N. S. (2013). The Dynastine Scarab Beetles of Mexico, Guatemala, and Belize (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae).

- University of Nebraska State Museum.
<https://books.google.com.ec/books?id=WREJjwEACAAJ>
- Ratcliffe, B. C., Cave, R. D., & Paucar-Cabrera, A. (2020). The Dynastine Scarab Beetles of Ecuador:(Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). University of Nebraska State Museum.
- Ratcliffe, B. C., Jameson, M. L., Figueroa, L., Cave, R. D., Paulsen, M. J., Cano, E. B., Beza-Beza, C., Jimenez-Ferbans, L., & Reyes-Castillo, P. (2015). Beetles (Coleoptera) of Peru: A Survey of the Families. *Scarabaeoidea. Journal of the Kansas Entomological Society*, 88(2), 186-207. <https://doi.org/10.2317/kent-88-02-186-207.1>
- Restrepo-Giraldo, H., & López-Avila, A. (2002). Especies de Chisas (Coleoptera: Melolonthidae) de importancia Agrícola en Colombia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17757/42349_46117.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reyes-Castillo, P. (2005). Escarabajos, 200 millones de años de evolución. *Acta zoológica mexicana*, 21(3), 161-162.
- Reyes-Castillo, P., & Morón Ríos, M. Á. (2012). La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 28(1), 227-229. <https://doi.org/10.21829/azm.2012.281830>
- Rickson, F. R., Cresti, M., & Beach, J. H. (1990). Plant cells which aid in pollen digestion within a beetle's gut. *Oecologia*, 82(3), 424-426. <https://doi.org/10.1007/BF00317493>
- Rodríguez-Guerrero, B., Sánchez-Moreira, J., & Villarreal-de-La-Torre, D. (2015). Dynamic of Ecosystem Services of Dry Deciduous Forests of Ecuador. *Dominio de la Ciencias*, vol 1, 60-72.
- Saavedra-Alburqueque, D., Vaz de-Mello, F., Ugaz-Cherre, A., & Pacherre-Timaná, C. (2017). Coleópteros (Coleoptera: Scarabaeidae) de los bosques de niebla, Ramos y Chin Chin, Ayabaca- Huancabamba, Piura-Perú. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.25127/indes.20153.138>
- Sermeno-Chicas, JM., Pérez, D., Serrano-Cervantes, L., Parada-Jaco, M., Joyce, A., Maldonado-Santos, E., Alvanes-Leiva, Y., Rodríguez-Sibrían, F., Girón-Segovia, C., García-Sánchez, D., Hernández-León, C., Rivas-Nieto, F., Rivera-Mejía, F., Parada-Berrios, F., Rodríguez-Urrutia, E., Vásquez-Osegueda, E., & Lovo-Lara, L. (2019). Diversidad de artrópodos y sus enemigos naturales asociados al café (*Coffea arabica* L.) en El Salvador.

- Solís, Á. (2022). Métodos y técnicas de recolecta para coleópteros Scarabaeoideos. Instituto Nacional de Biodiversidad. <https://unsm-ento.unl.edu/Escarabajos.htm>
- Torres-Martinez, A., & Guevara-Correal, A. (2012). Escarabajos Rutelinae del Municipio El Peñón, Cundinamarca. https://www.academia.edu/16378572/Escarabajos_Rutelinae_del_Municipio_El_Pe%C3%B1%C3%B3n_Cundinamarca
- Urrego, N. (2023). Diagramas de Sankey con R y Python: Visualización efectiva de flujos y relaciones. Medium. <https://nicolasurrego.medium.com/diagramas-de-sankey-visualizaci%C3%B3n-efectiva-de-flujos-y-relaciones-dcc604564826>
- Útima, O. A., & Vallejo, L. F. (2008). Escarabajos Melolonthidae (Scarabaeidae-Pleurosticti) de la montaña cafetera, departamento de Risaralda, Colombia. *Agronomía*, 16(2), 31-44.
- Verdú, J. R., Cortez, V., Ortiz, A. J., González-Rodríguez, E., Martínez-Pinna, J., Lumaret, J.-P., Lobo, J. M., Numa, C., & Sánchez-Piñero, F. (2015). Low doses of ivermectin cause sensory and locomotor disorders in dung beetles. *Scientific Reports*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/srep13912>
- Villamarín-Cortez, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 2(3). <https://doi.org/10.18272/aci.v2i3.52>
- Zumbado, M., & Azofeifa, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología. Editado por el Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). Heredia, Costa Rica.

11. Anexos

Anexo 1. Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)

REPÚBLICA DEL ECUADOR		Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica			
AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 229					
ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)					
1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA					
2.- CÓDIGO MAATE-ARSFC-2024-0229					
3.- DURACIÓN DEL PROYECTO					
FECHA INICIO		FECHA FIN			
2024-04-15		2025-04-15			
4.- COMPONENTE A RECOLECTAR					
Animal					
El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:					
5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN					
Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1712734829	PAUCAR CABRERA AURA DEL CARMEN	Ecuatoriana	7241143118	Investigadora	Insecta
FS265323	LUIZ FELIPE LIMA DA SILVEIRA	Brasileña	SN	Investigador	Insecta
1105005886	ESCUDERO ARMUOS VINICIO ANDRES	Ecuatoriana	2775585	Investigador	Insecta
1104823958	PALADINES VALLE NAYELISS JAMILETTE	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta
1105208407	ROMERO RIOFRIO STEVEN ANDRES	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta

1 / 6

Directorio Calle Piedad 100 y Indolencia
Código postal: 170325 / Quito-Ecuador
Teléfono: +593 3 108 7020
www.ambiente.gob.ec



51

1105260333	CABRERA OJEDA JOSE MANUEL	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta
1950007805	QUINTE CORREA DIANA BRIGITH	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLOGICA:

Nombre del Proyecto: Composición mensual de la riqueza y abundancia de las luciérnagas Coleoptera Lampyridae de la Reserva el Madrigal del Podocarpus

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

- Analizar la composición mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus, con el propósito de obtener conocimiento de la distribución mensual y posibles influencias en su ciclo de vida.
- Evaluar la influencia de las condiciones ambientales sobre la diversidad mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus.
- Cuantificar la riqueza y abundancia mensuales de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
LOJA	NA	NA
ZAMORA CHINCHIPE	NA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Insecta	Coleoptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	
Insecta	Diptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	
Insecta	Dermaptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	
Insecta	Hemiptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	
Insecta	Hymenoptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	
Insecta	Lepidoptera	NA	NA	NA	Individuos	1500	

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA No. 516**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2024-0516

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2024-07-07	2025-07-07

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE
RECOLECCIÓN**

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1105206407	ROMERO RIOFRÍO STEVEN ANDRÉS	Ecuatoriana	Bachiller		Insecta
1712734829	PAUCAR CABRERA AURA DEL CARMEN	Ecuatoriana	7241143118	Docente Investigadora	Insecta

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA
DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

Nombre del Proyecto: Presiones sobre las comunidades de escarabajos peloteros ocasionadas por prácticas ganaderas en El Carmen Loja

Anexo 2. Código del diagrama de Sankey en R studio.

```
# Instalar y cargar la biblioteca networkD3
install.packages("networkD3")
install.packages("dplyr")
install.packages("scales")
install.packages("htmlwidgets")
install.packages("webshot2")
install.packages("jsonlite")
library(networkD3)
library(dplyr)
library(readxl)
library(scales)
library(htmlwidgets)
library(webshot2)
library(jsonlite)
# Verificar el directorio de trabajo actual
getwd()

# Listar los archivos en el directorio de trabajo para asegurarse de que el archivo está presente
list.files()

# Leer el archivo de Excel

file_path <- ("Tesis.xlsx") # Asegúrate de que este es el nombre correcto del archivo
data <- read_excel(file_path, sheet = "Hoja2")
head(data) # Muestra las primeras filas para verificar que los datos se han cargado correctamente

# Verificar que las columnas necesarias existen
required_columns <- c("Especie", "Servicio ecosistemicos")
missing_columns <- setdiff(required_columns, names(data))
if (length(missing_columns) > 0) {
  stop(paste("Las siguientes columnas faltan en los datos:", paste(missing_columns, collapse = ", ")))
}

# Crear nodos únicos
nodes <- unique(c(data$Especie, data$Servicio ecosistemicos))
nodes_df <- data.frame(name = nodes)
# Función para obtener el índice del nodo
get_node_index <- function(node_name) {
  return(which(nodes_df$name == node_name) - 1)
}

# Crear enlaces
links <- data.frame(
  source = c(
    sapply(data$Especie, get_node_index)
  ),
  target = c(
    sapply(data$Especie, get_node_index),
    sapply(data$Servicio ecosistemicos, get_node_index)
  ),
  value = 1) # Asigna un valor por defecto de 1 para todos los enlaces (ajusta si es necesario)

# Crear colores únicos para cada especie
species_colors <- scales::hue_pal()(length(unique(data$Especie)))
names(species_colors) <- unique(data$Especie)

# Asignar colores a los enlaces basados en la especie
links$color <- sapply(data$Especie, function(x) species_colors[x])
links$group <- links$color

# Crear el diagrama de Sankey
sankey <- sankeyNetwork(Links = links, Nodes = nodes_df, Source = "source", Target = "target", Value = "value", NodeID = "name", units = "l",
  fontSize = 18, nodeWidth = 38,
  nodePadding = 11, # Ajusta el espaciado entre nodos
  linkGroup = "color",
  fontFamily = "Arial",
)

sankey
```

```

# Personalizar los estilos CSS para los nodos
species_list <- paste0("", unique(data$Especie), "", collapse = ", ")
services_list <- paste0("", unique(data$Servicio ecosistemicos'), "", collapse = ", ")

sankey <- htmlwidgets::onRender(
  sankey,
  paste0(
    function(el, x) {
      var species = ['<div>
    }
  )
)

sankey

# Guardar el diagrama como un archivo HTML temporal
html_file <- "sankey_diagram.html"
saveNetwork(sankey, html_file)

# Exportar el archivo HTML a PNG usando webshot2
webshot2::webshot(html_file, file = "sankey_diagram.png")

```

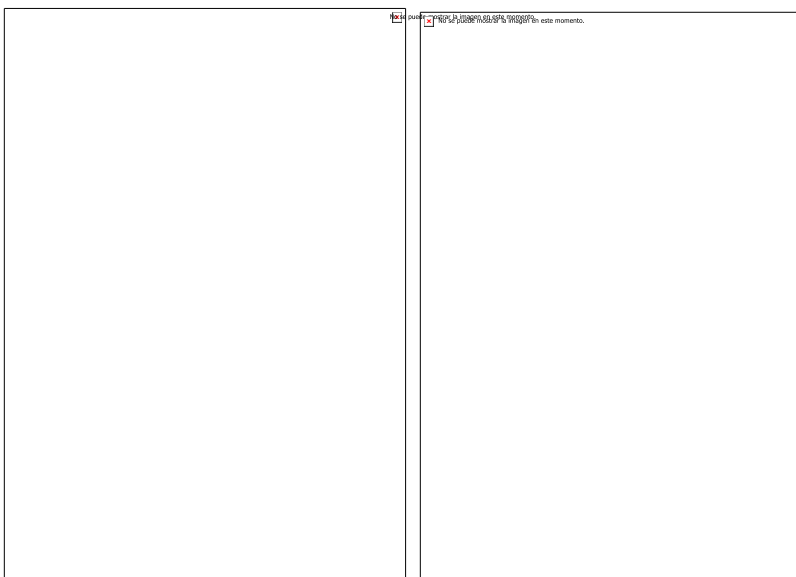
Anexo 3. Fase de campo



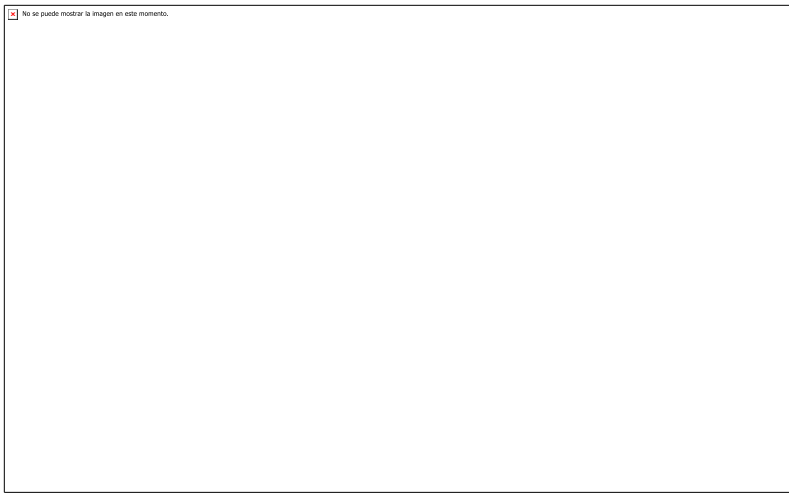
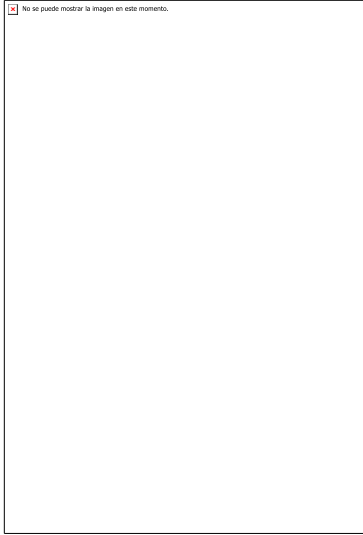




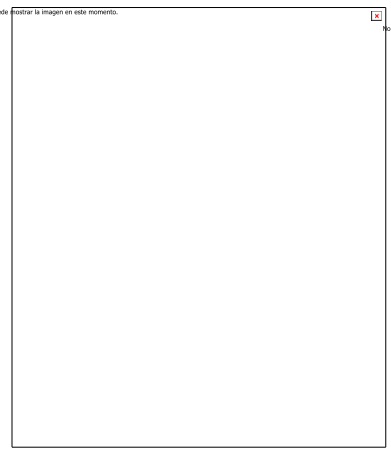
Anexo 4. Montaje de especímenes

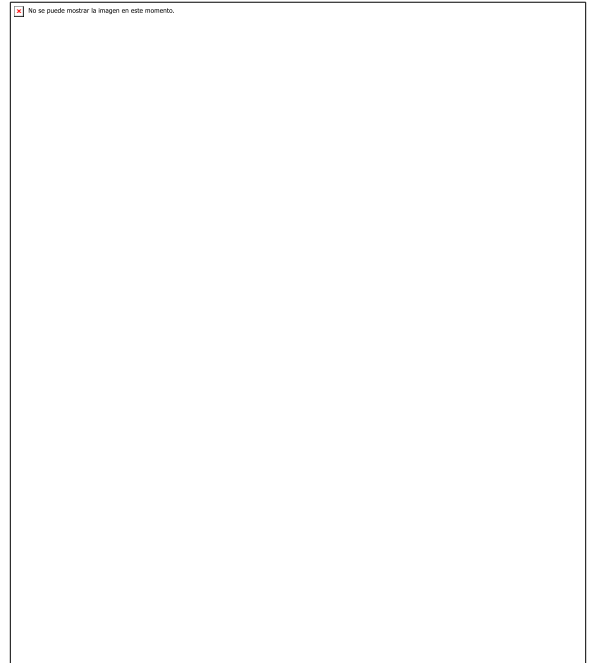


Anexo 5. Etiquetado de especímenes

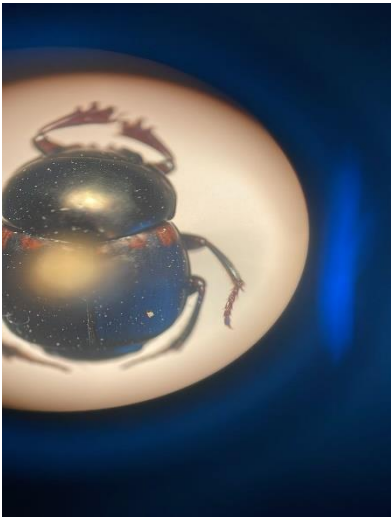


Anexo 6. Comportamiento de los especímenes





Anexo 7. Identificación de especímenes



Anexo 8. Muestra de las hojas de registro de especímenes de la familia Scarabaeidae colectados en la finca El Naranjo del cantón Quilanga.

Código LOUNAZ	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Especie	País	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Fecha	Tipo de trampa	Tipo de cobertura
LOUNAZ-I-0019215	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30578	-79.39361	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Nuevo
LOUNAZ-I-0019216	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30578	-79.39361	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Nuevo
LOUNAZ-I-0019217	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30578	-79.39361	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Nuevo
LOUNAZ-I-0019218	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019219	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019220	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019221	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019222	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019223	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019224	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019225	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo
LOUNAZ-I-0019226	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius	Inachus	Ecuador	Loja	Quilanga, Finca El Naranjo	-4.30551	-79.39427	2024-01-13	Ex: pitfall trap human feces	Café Antiguo

Anexo 9. Certificado de traducción del abstract.

Mgs. Mónica Jimbo Galarza

C E R T I F I C O:

Haber realizado la traducción de Español – Inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental titulado “**Servicios ecosistémicos de Scarabaeidos en una finca cafetalera en el Cantón Quilanga**” de autoría de José Manuel Cabrera Ojeda CI: 1105260333

Se autoriza al interesado hacer uso de la misma para los trámites que crea conveniente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Emitida en Loja, a los 06 días del mes de abril 2025.



Mgs. Mónica Jimbo Galarza

MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA

REGISTRO EN LA SENECYT N° 1021-2018-1999861