

Diversidad de coleópteros en zonas agrícolas de la provincia de Pichincha, Ecuador

**Martín Santiago García Pontón
Kevin Fernando Ñaupari Ochoa**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Diversidad de coleópteros en zonas agrícolas de la provincia de Pichincha, Ecuador

Proyecto Especial de Graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Martín Santiago García Pontón
Kevin Fernando Ñaupari Ochoa

Zamorano, Honduras

Noviembre 2020

Diversidad de coleópteros en zonas agrícolas de la provincia de Pichincha, Ecuador

Presentado por:

Martín Santiago García Pontón
Kevin Fernando Ñaupari Ochoa

Aprobado:



Jesús Orozco (Nov 13, 2020 10:48 CST)

Jesús Orozco, Ph.D.
Asesor Principal



Roger Castillo, Ms.c.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



Isidro Matamoras (Nov 13, 2020 10:55 CST)

Isidro Matamoras, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico



Katerin Aguilar (Nov 13, 2020 10:56 CST)

Katerin Aguilar, Lcda.
Asesora

Diversidad de coleópteros en zonas agrícolas de la provincia de Pichincha, Ecuador

Martín Santiago García Pontón
Kevin Fernando Ñaupari Ochoa

Resumen. En Pichincha, provincia de Ecuador, se ha visto un crecimiento de explotaciones agropecuarias, reduciendo los bosques naturales e impactando directamente a la diversidad de coleópteros al reducir su hábitat; de igual forma, otros factores tales como la altura y el uso indebido de pesticidas afectan a este grupo de insectos. En esta provincia no se conoce la diversidad de insectos en zonas agrícolas, por esta razón, el objetivo fue estudiar la riqueza y la abundancia de coleópteros coprófagos, necrófagos y frugívoros. El estudio fue realizado por 47 días entre los meses de abril y mayo de 2020, en lotes ubicados en las parroquias de Juan Montalvo y El Quinche, con una altura entre 2,600 a 2,800 msnm, y una temperatura promedio entre 16 a 18 °C. Para las trampas de coprófagos se usó estiércol humano como cebo, para frugívoros se usó fruta, y para necrófagos se usó carne de pollo descompuesta. En total se capturaron 346 individuos distribuidos en 11 familias y 22 especies, de los cuales se lograron recolectar 113 individuos en trampas de coprófagos distribuidos en ocho especies; 20 individuos en trampas de frugívoros repartidos en ocho especies; y 213 individuos en trampas de necrófagos distribuidos en 12 especies. Las especies más abundantes en todo el estudio fueron *Oxelytrum anticolla* Guerin Méneville (30%), *Onthophagus cf. curvicornis* (21%), *Oxelytrum discicolle* Brulle (16%) y Staphylinidae sp. (10%).

Palabras Claves: Abundancia, agrícola, Andes, escarabajos, riqueza.

Abstract. In Pichincha, province of Ecuador, there has been a growth of agricultural holdings, reducing natural forests, directly affecting the diversity of beetles by reducing their habitat; also, other factors affect the diversity such as altitude and the improper use of pesticides. In this province, the diversity of insects in agricultural areas is unknown, for this reason our objective was to study the richness and abundance of dung beetles, ghouls and frugivorous. The study was carrying out for 47 days between the months of April and May, in lots located in the parishes of Juan Montalvo and El Quinche, with an altitude between 2,600 to 2,800 meters above sea level, and an average temperature between 16 to 18 ° C. For the Dung traps human manure we used as bait, fruit we used for frugivorous and decomposed chicken meat we used for ghouls. We captured 346 individuals distributed in 11 families and 22 species, of which 113 individuals were collected in dung traps distributed in eight species; 20 individuals in frugivorous traps divided into eight species; and 213 individuals in ghoul traps distributed in 12 species. The most abundant species in this study were *Oxelytrum anticolla* Guerin Méneville (30%), *Onthophagus cf. curvicornis* (21%), *Oxelytrum discicolle* Brulle (16%) and Staphylinidae sp. (10%).

Key words: Abundance, agriculture, Andean, beetles, richness.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4. CONCLUSIONES.....	25
5. RECOMENDACIONES.....	26
6. LITERATURA CITADA	27

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Riqueza y abundancia de coleópteros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador	11
2. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para coprófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	12
3. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para frugívoros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	13
4. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para necrófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	15
5. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon) y dominancia (índice de Simpson), en términos generales, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	22
6. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros frugívoros, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. ...	23
7. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros coprófagos, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. ...	23
8. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros necrófagos, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. ...	24

Figuras	Página
1. Pastizales cultivados en el lote de Juan Montalvo.	05
2. Vegetación del lote de El Quinche.	05
3. Mapas de ubicación de trampas en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche obtenidas en Google Earth	06
4. Trampas para insectos coprófagos en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche.	07
5. Trampas para insectos frugívoros en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche.....	07
6. Trampas para insectos necrófagos en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche.	08
7. Planchas de algodón para clasificación de coleópteros recolectados.	08
8. Riqueza de especies según el tipo de trampa en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	16
9. Curvas de acumulación de especies según el tipo de trampa, basado en las fechas muestreo en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.	17
10. Abundancia de coleópteros según el tipo de trampa en todo el estudio en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.....	19
11. Abundancia general y por lotes en trampas para coleópteros frugívoros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.....	20

Figuras	Página
12. Abundancia general y por lotes en trampas para coleópteros coprófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.....	21
13. Abundancia en las trampas para coleópteros necrófagos en el lote de Juan Montalvo de la provincia de Pichincha, Ecuador.	22

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos pertenecientes al orden Coleoptera se encuentran en todo el mundo, menos en el océano, ni en zonas polares; se han descrito al menos 350,000 especies, y se caracterizan por poseer alas endurecidas y aparato bucal masticador (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez 2018). En lugares agropecuarios, algunos coleópteros son considerados plagas, ya que en su estado larval se alimentan de raíces de cultivos y pastizales; en su estado adulto, algunas especies consumen savia y hojas tiernas causando daños económicos a los productores (Carvajal *et al.* 2011). Desde el punto de vista ecológico, estos mismos escarabajos, en su estado adulto pueden ser benéficos al ser depredadores y descomponedores de materia orgánica (Carvajal *et al.* 2011; Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez 2018).

La biodiversidad de coleópteros en el Ecuador ha sido parcialmente estudiada en áreas naturales y escasamente en sectores urbanos y agrícolas, conociéndose poco la diversidad de escarabajos en ambientes agrarios (Yazán Ayala 2018). Algunos estudios han demostrado que, en bosques con sistemas relacionados con la agricultura, la diversidad y abundancia se han visto afectadas, comparada con bosques sin ninguna intervención (Luzuriaga Quichimbo 2013; Howden y Neialis 2013). En los últimos años la zona urbana se expandió del 40 al 65% y la zona rural fue representada por el 39%; los bosques han sido talados con el fin agrícola y ganadero, este incremento tuvo fuerte impacto en el ecosistema (Rovaina Rivera 2014).

Los coleópteros poseen hábitos alimenticios variados, ya que pueden alimentarse y descomponer materia orgánica de diferente procedencia, entre los cuales podemos mencionar a los escarabajos frugívoros, necrófagos y coprófagos, cada uno cumple su función en el ecosistema con el ciclo de nutrientes y cadena alimenticia (Carvajal *et al.* 2011).

Los coleópteros coprófagos se alimentan de estiércol, encargándose de la incorporación de estiércol al suelo, por lo que son de importancia en ganaderías, y son capaces de incorporar hasta el 90% de nitrógeno, fósforo y potasio que se encuentra en el material fecal de vertebrados (Yamada *et al.* 2007); también reducen la incidencia de moscas en las ganaderías, al competir por espacio y alimento en el estiércol, ayudan a mitigar la compactación del suelo (Nichols *et al.* 2008; Cárdenas Castro y Páez Martínez 2017). Por esas características se ha denominado a este grupo de insectos como una buena referencia de bioindicadores; en Ecuador es muy utilizado principalmente en estudios de impacto ambiental, desarrollando planes y leyes de manejo y conservación principalmente en regiones de bosques a conservar (Chamorro *et al.* 2018). Algunas especies se alimentan preferentemente de estiércol no herbívoro, que es rico en nitrógeno (Hanski y Cambefort 1991), en ambientes agrícolas el estiércol herbívoro es la principal o única fuente de alimento para la mayoría de las especies.

Los coleópteros que podemos encontrar en trampas de frugívoros, como adultos pueden alimentarse de fruta, ser controladores biológicos y también pueden ser polinizadores de frutales; pero en su estado larval se los puede considerar una plaga, ya que algunas especies se alimentan de raíces de algunos cultivos (Tamba Sandoval 2015; León 2012; de la Peña Alonso *et al.* 2018).

Los coleópteros necrófagos o asociados a la carroña ayudan en la descomposición cadavérica, acelerando el proceso de descomposición y ayudando en la incorporación de materia orgánica de los cadáveres al suelo (Yusseff Vanegas 2006). Algunos coleópteros asociados a la carroña se alimentan del cadáver, mientras otros son depredadores de los insectos que llegan allí.

Cada grupo de coleópteros es afectado según el manejo y ambiente agronómico que se brinde, de esta forma los insectos frugívoros se verán favorecidos en presencia de frutales (Yazán Ayala 2018); los coprófagos en las ganaderías (Cruz *et al.* 2012), y los necrófagos en granjas donde mantengan animales muertos (Arango Gutiérrez *et al.* 2004).

Algunos países han utilizado la biodiversidad para favorecer el sector agropecuario, por ejemplo, España ha realizado estudios de la riqueza de insectos polinizadores, incluidos los coleópteros, para usarlos en cultivos de frutales (de la Peña Alonso *et al.* 2018); en Colombia se están usando coleópteros para el control biológico de plagas en cítricos (León 2012). En Australia, el uso de escarabajos coprófagos introducidos para limpiar los restos de estiércol bovino brindó la solución a los problemas de sanidad que tenía el país (Watherhouse 1974). Los necrófagos, se han relacionado bien en la elaboración del compost, ya que aceleran la descomposición de la materia orgánica de los cadáveres en Colombia (Arango Gutiérrez *et al.* 2004).

Pichincha, provincia de Ecuador, posee un clima que varía en relación al lugar y la altura sobre el nivel del mar en el que este se encuentre, el clima puede ser desde tropical hasta gélido y en cada lugar está determinado por dos estaciones climáticas, húmeda y seca. La provincia tiene dos zonas, una es dominada por la cordillera de los Andes y otra se dominada por geografía correspondiente a la región costa (Gestión de Comunicación 2017).

La parroquia Juan Montalvo está ubicada en el cantón Cayambe, este cantón se encuentra en la zona andina, al noreste de la provincia de Pichincha, con una distribución de tierra en el año 2008 dividida de la siguiente forma, 53% de cobertura arbustiva y herbácea, 31% dedicado al sector agropecuario, sus bosques ocupan el 11.04% de la superficie del cantón, y su zona urbana abarca el 1.46% (Moreno Sambonino *et al.* 2015). En comparación al año 2000 se ha visto el crecimiento del sector urbano, que ha llegado al doble en comparación de los años; los bosques nos han sido muy afectados con 0.5% de pérdida, que representa la disminución de 676.74 hectárea; el sector agropecuario ha crecido 3% y la vegetación arbustiva y herbácea se ha perdido un 3% (Moreno Sambonino *et al.* 2015).

La parroquia del Quinche, ubicada en la zona andina de Pichincha, entre el volcán Cayambe y Cotopaxi, perteneciente a la ciudad de Quito presenta la siguiente distribución del uso de la tierra, el 11.10% en bosques, el 32.99% en cultivos, el 51.59% de pastos, y el 4.33% sin uso agropecuario (Gordón Palaguaray 2015).

En Pichincha no se conoce la diversidad de coleópteros en zonas agrícolas como lo son las parroquias Juan Montalvo y El Quinche, zonas andinas donde existe poco conocimiento sobre la diversidad de insectos en general. Con este estudio se planea contribuir al conocimiento de tres grupos importantes de insectos en zonas agrícolas.

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- Estudiar la diversidad y abundancia de coleópteros coprófagos en la provincia de Pichincha, en las parroquias Juan Montalvo y El Quinche.
- Estudiar la diversidad y abundancia de coleópteros frugívoros en la provincia de Pichincha, en las parroquias Juan Montalvo y El Quinche.
- Estudiar la diversidad y abundancia de coleópteros necrófagos en la provincia de Pichincha, en las parroquias Juan Montalvo y El Quinche.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó del 13 abril al 29 de mayo de 2020, en dos lotes ubicados en las parroquias Juan Montalvo y El Quinche, provincias de Pichincha, Ecuador, situados en la zona andina. Los rangos altitudinales en los que se encuentran los lotes varían de 2,600 a 2,800 msnm, la precipitación que tiene la zona varía de 500 a 900 mm anuales distribuidos entre septiembre y junio, la temperatura promedio en los lotes fluctúa entre 16 a 18 °C (Gordón Palaguaray 2015; Moreno Sambonino *et al.* 2015). El estudio se realizó en ecosistemas agropecuarios diferentes.

Juan Montalvo. El lote muestreado, situado en el sector Miraflores, a pocos kilómetros del cantón Cayambe, UTM 816,832.1; 365,820; 2,776 msnm, temperatura mínima de 5 °C y máxima de 18 °C, con 4,500 m² de superficie. Alrededor presenta viviendas, pequeños productores de cerdos, potreros con ganado lechero y a menos de 100 metros de distancia se encuentra la microcuenca Quebrada Yaznan que desemboca en la subcuenca Río Guayllabamba Guayllabamba (Moreno Sambonino *et al.* 2015).

El lote está dedicado al ganado lechero y presenta los siguientes cultivos para la alimentación de este: pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochstetter ex Chiovenda) como dominante en la mitad del lote, y los siguientes pastos ocupando la otra mitad: ray grass (*Lolium hybridum* Hausskn) y avena forrajera (*Avena sativa* L.) Además posee cercas vivas que en su mayoría son lechero (*Sapium glandulosum* L.), y las siguientes plantas en menores cantidades: marco (*Ambrosia peruviana* Willd), chilca (*Baccharis latifolia* Pers), y llorón (*Salix babylonica* L.) (Figura 1).

El Quinche. El terreno donde se realizaron las muestras y toma de datos está ubicado entre la parroquia El Quinche y la parroquia Checa, en un pueblo llamado San José de Iguñaro, UTM 800,213.4; 9,987,244.1. El terreno es de 70,000 m², 2,588 msnm, temperatura mínima de 11 °C y máxima de 26 °C. El lote por 15 años fue destinado a la producción de ornamentales bajo invernadero, lo que significa que por ese tiempo se estuvo incorporando fertilizantes y plaguicidas orgánicos e inorgánicos para controlar plagas y enfermedades.

En busca de otra alternativa se comenzó una diversificación hacia la parte hortícola, sembrando vegetales para el consumo familiar. Actualmente la parte cultivable son 15,000 m² de tomate riñon (*Solanum lycopersicum* L) en invernadero. Durante la producción de lirios (*Lilium bulbiferum* L) se importan los bulbos de Holanda y Chile, en cierto punto esto afectó el tomate con enfermedades como bacteriosis, fusarium y phytophthora.

En la delimitación del terreno se encuentra una quebrada, en la cual se encuentra la mayor parte de la vegetación y biodiversidad de este, allí se encuentra un bosque bien conservado donde la mayoría de los árboles son eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) donde pastorean caballos. Al frente de la quebrada se encuentra el pueblo de El Quinche (Figura 2).



Figura 1. Pastizales cultivados en el lote de Juan Montalvo. (A) Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); (B) kikuyo (*P. clandestinum*) y avena forrajera (*Avena sativa*); (C) ray grass (*Lolium hybridum*).

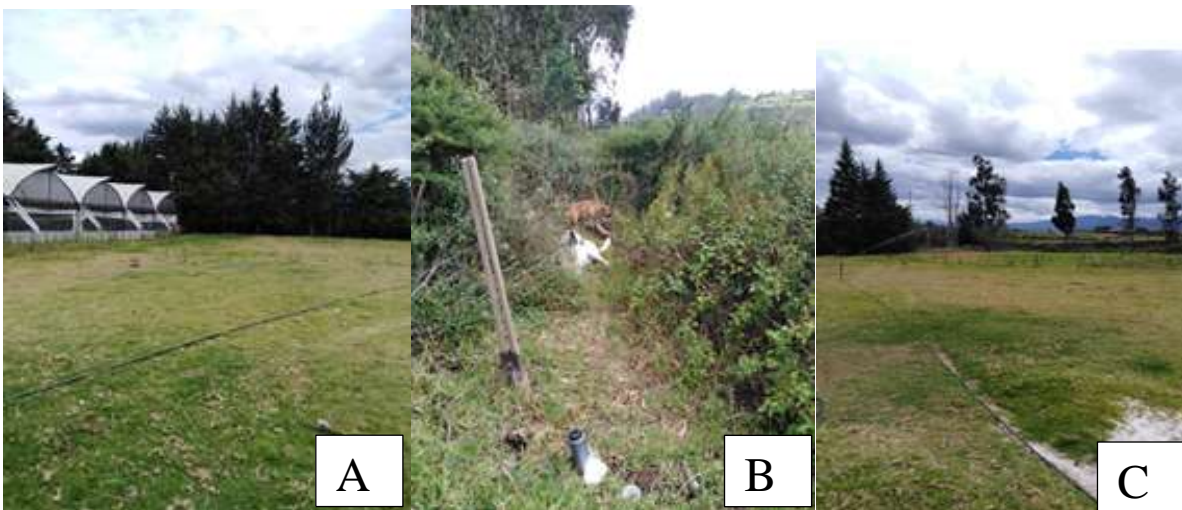


Figura 2. Vegetación del lote de El Quinche. (A) Potrero con invernaderos; (B) Bosque en la quebrada; (C) Potrero en el fondo junto a la quebrada.

Muestreo

En cada lote de terreno, se colocó un transecto para posicionar tres tipos de trampas para capturar coleópteros frugívoros, coprófagos y necrófagos. Las trampas colocadas fueron 14 en El Quiche y 18 en Juan Montalvo, distribuidas en toda la superficie de los lotes (Figura 3).



Figura 3. Mapas de ubicación de trampas en los lotes de Juan Montalvo y El Quiche obtenidas en Google Earth. (A) Distribución de trampas en Juan Montalvo, con color verde las trampas de frugívoro; con color amarillo coprófagos; y color rojo necrófagos. (B) Distribución de trampas en El Quiche.

La deposición artificial de excrementos constituye sin duda el procedimiento más aceptable de simulación de los excrementos naturales, por lo que es de suma importancia un buen cebo para que los insectos se vean atraídos según su hábito alimenticio (Carvajal *et al.* 2011).

Para los coleópteros coprófagos se utilizaron trampas de caída en estiércol humano, se recolectaba el cebo todos los días en frascos y se lo diluyó con agua dependiendo de la consistencia para más tarde depositar el cebo en la trampa. El recipiente usado para estas trampas fue un vaso plástico de siete onzas, enterrado a ras de suelo. Para evitar el robo del cebo y la entrada de agua las trampas se cubrieron con piedras (Figura 4).

Para las trampas de coleópteros frugívoros, se usaron trampas colgantes de arbustos o árboles de cada lote, usando botellas plásticas de un litro, cortadas a los lados asemejando ventanas. Se usó piña plátano y sandía descompuestas tres días antes, como cebo, las cuales se colocaban en los primeros cinco centímetros de la base de la botella (Figura 5).

Para los coleópteros necrófagos se utilizaron trampas de caída, tipo cebo suspendido interior, con carroña de pollo como cebo en cada trampa, el cual se descongeló tres días antes para que iniciara su proceso de descomposición. Se colocó el cebo en vasos de siete onzas enterrados al ras de suelo, con una malla de alambre que tapaba la superficie del vaso, en los límites de la malla se usaron tiras de madera para estabilizarla al suelo y poder colgar el cebo con alambre galvanizado; encima de la malla se colocaron piedras para evitar el robo del cebo. En el lote de El Quiche no se pudo recolectar insectos en las trampas de necrófagos, debido a depredadores del cebo (Figura 6).

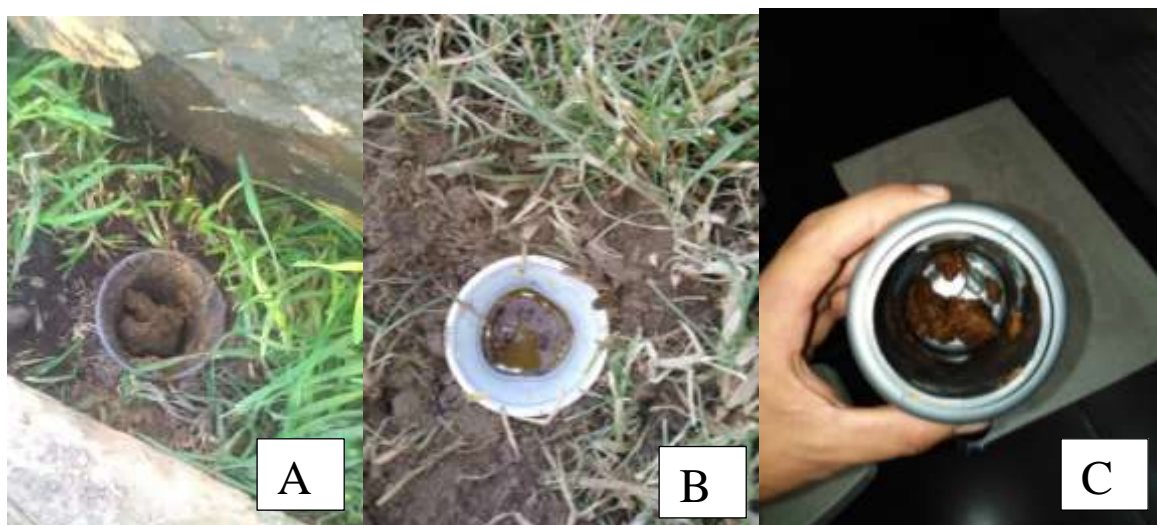


Figura 4. Trampas para insectos coprófagos en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche. (A) Trampa para coprófagos en Juan Montalvo, (B) trampa para coprófagos en El Quinche; (C) frasco de recolección de cebo.



Figura 5. Trampas para insectos frugívoros en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche. (A) Trampa para frugívoros en Juan Montalvo, (B) trampa para frugívoros en El Quinche; (C) fruta fermentándose.

Las recolectas se realizaron cada 48 horas durante 47 días, realizando revisiones cada 24 horas verificando que los cebos no hubieran sido extraídos. Los insectos se sacaban de las trampas y se colocaban en agua, para separarlos del cebo, posteriormente se lavaron en una solución de cloro doméstico diluido en nueve partes de agua, durante cinco minutos y luego se colocaron en una solución de alcohol al 70% para preservarlos. Al final se ubicaron según el tipo de trampa y fecha,

en planchas elaboradas con cartón y algodón (Figura 7). La identificación se realizó utilizando lupa y teléfono celular, con la ayuda de las claves dicotómicas para familias y géneros (Triplehorn *et al.* 2005; Bustamante Navarrete *et al.* 2017; Carvajal *et al.* 2011); y ayuda del asesor del Proyecto Especial de Graduación, mediante fotografías.

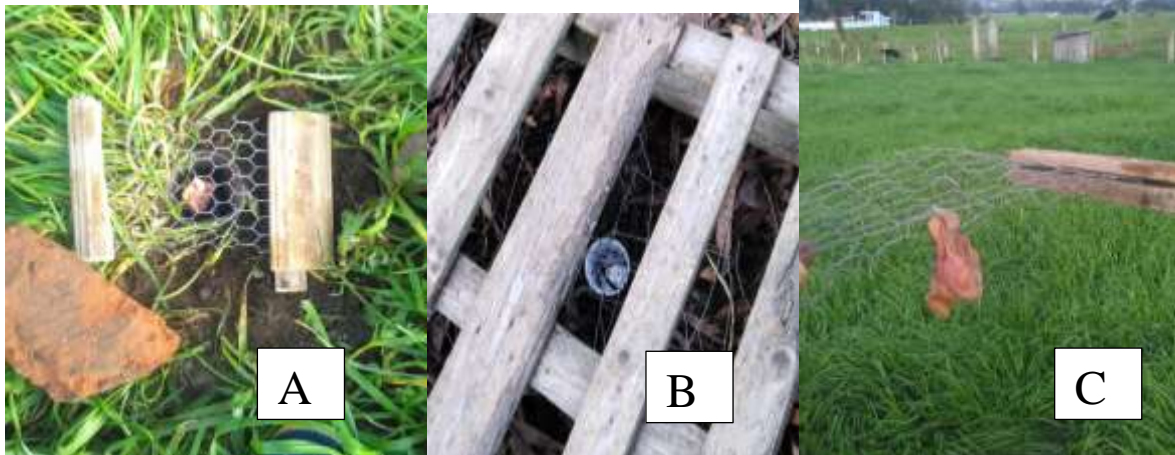


Figura 6. Trampas para insectos necrófagos en los lotes de Juan Montalvo y El Quinche. (A) Trampa para necrófagos en Juan Montalvo, (B) trampa para necrófagos en El Quinche; (C) estructura para trampa de necrófagos.

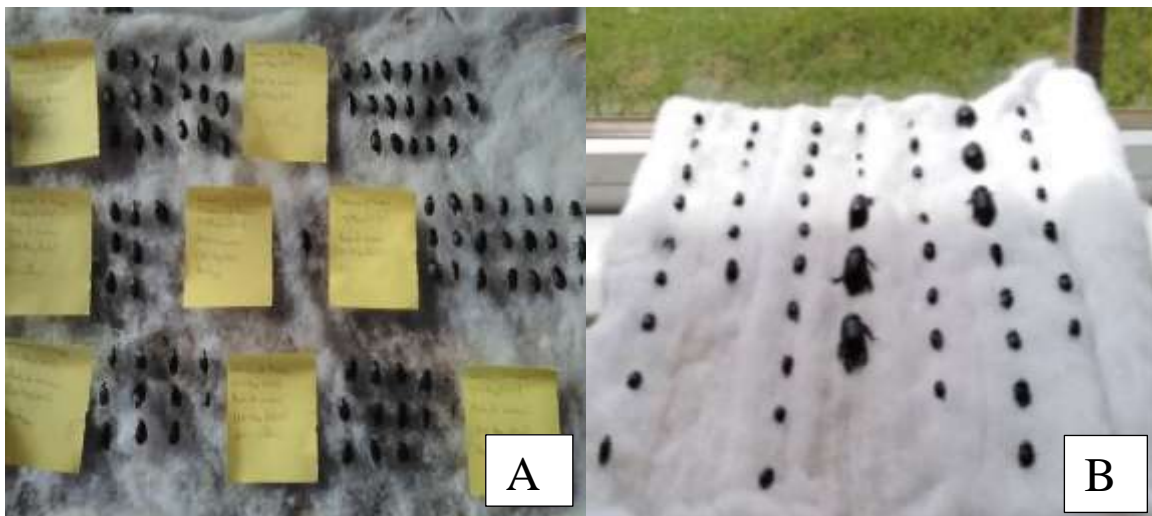


Figura 7. Planchas de algodón para clasificación de coleópteros recolectados. (A) Juan Montalvo; (B) El Quinche.

Análisis de datos

Se calcularon los índices de Margalef-I, Shannon-H, Simpson 1-D y D, para determinar la diversidad y equidad de los individuos usando Excel versión 15 (2013), también se realizaron

curvas de acumulación de especies de cada lote, para observar el comportamiento del muestreo de los grupos funcionales.

Para representar al índice de Shannon se usa la letra H, que mide la diversidad de especies que existen en un lugar determinado, por lo que se puede decir que al tomar el valor H, se tiene la probabilidad de que al muestrear aleatoriamente se encuentre la misma especie. El valor de este índice aumenta cuando existe mayor cantidad de especies, pero no lo hace paralelamente, sino de una forma curvilínea, también este índice aumenta conforme sea más homogénea la distribución de los individuos en las diferentes especies. Este índice puede expresar valores ubicados entre 0 y 5, donde cero se expresa cuando solamente se obtiene una sola especie en el muestreo, cuando se obtiene un valor mayor a tres se tiene una alta biodiversidad, este índice se satura con 12 especies donde el valor H es 2.5, y por eso se usa para lugares de bajas riquezas (Somarriba 1999).

El índice de Margalef habla sobre la riqueza de especies, donde se tiene que relacionar la cantidad de individuos existentes, si este valor es menor a dos quiere decir que la biodiversidad es baja, y cuando se obtiene un valor mayor a cinco se puede decir que se tiene una biodiversidad alta.

Para el índice que representa Simpson, se puede interpretar como la probabilidad de encontrar una misma especie, después de haberla ya observado y se representa por la letra D que significa la dominancia, para obtener la diversidad se realiza la siguiente resta $1-D$, que se puede interpretar como la probabilidad de encontrar diferentes especies al muestrear dos puntos distintos (Solis Gil y Escobedo Quintero 2002).

También se calculó la diversidad alfa, beta y gama. La diversidad Alfa representa que tan diverso es un ecosistema a nivel local, es decir la diversidad de las especies a nivel individual en cada lote muestreado. La diversidad beta es la relación que existe entre ambos ecosistemas que representa el porcentaje de comunidades diferentes; y la diversidad gamma es la diversidad de las especies a nivel regional. Estas diversidades también informan sobre el nivel de diferenciación entre las comunidades biológicas (Baselga y Gómez Rodríguez 2019).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capturaron un total de 346 individuos distribuidos en 11 familias y 22 especies (Cuadro 1). Las especies más abundantes fueron *Oxelytrum anticolla* Guerin Méneville (30%), *Onthophagus* cf. *curvicornis* (21%), *Oxelytrum discicolle* Brulle (16%) y Staphylinidae sp. (10%) (Cuadro 1). La mayor abundancia se encontró en Juan Montalvo (74%), donde las especies más abundantes fueron: *Ox. anticolla* (40%), *Ox. discicolle* (21%) y Staphylinide sp. (13%) (Cuadro 1). En El Quinche se recolectó el 26% de individuos en relación con todo el estudio, la especie más abundante en este lote fue *On. cf. curvicornis* (4%), mientras que las demás especies tuvieron valores menores al 10% (Cuadro 1).

En trampas de coprófagos se colectaron 113 coleópteros distribuidos en tres familias y ocho especies, entre ambos lotes, donde se destacan con mayor abundancia *On. cf. curvicornis* (64%) y Staphylinidae sp. (11%) (Cuadro 2). La diversidad de insectos por encima de los 2,000 msnm es menor debido al efecto altitudinal, pero algunas especies de escarabajos de estiércol están restringidas a estas elevaciones más altas; se ha encontrado que las especies que abundan en estos sitios son de espacios abiertos y no necesitan bosques densos para estar presentes, las especies adaptadas para estas alturas deben ser resistentes a la desecación debido a la velocidad de los vientos que se presentan en esta zona en la época seca (Medina *et al.* 2001; Bohórquez Salazar *et al.* 2016). También podemos decir que los escarabajos son sensibles a los cambios que existen en el ambiente, estudios han demostrado que mientras exista mayor intervención en el uso del suelo, la diversidad y abundancia se verá afectada (Rivera y Cantarero 2011; Yazán Ayala 2018).

Según Hanski y Cambefort, (1991), cuando se habla de riqueza y abundancia, uno de los factores que afectan estos valores es la altitud, ya que el número de especies de escarabajos coprófagos disminuye conforme aumenta la altitud; en otro estudio realizado en Colombia con escarabajos coprófagos, se observó que las zonas con mayor riqueza de especies se encuentra en las altitudes medias entre los 1250 msnm, pero conforme aumenta la altitud hasta sobrepasar los 2250 msnm esta riqueza va disminuyendo; la fuente de alimento es otro factor importante que se relaciona directamente con la biodiversidad, por lo que la presencia de mamíferos en las zonas también influye en la presencia de escarabajos (Escobar *et al.* 2005). La reducción altitudinal no concuerda con nuestros datos, pero esto puede ser por el otro factor que se menciona que es la disponibilidad de alimento y la presencia de mamíferos, ya que Juan Montalvo obtuvo 16 especies mientras que en El Quinche tuvo nueve; en abundancia con Juan Montalvo se obtuvo 257 individuos mientras que El Quinche se tuvo 89, esta diferencia se da porque el lote en Juan Montalvo tiene a sus alrededores varios bovinos y granjas de cerdos, además de que en El Quinche no se pudieron recolectar insectos necrófagos.

El escarabajo coprófago *On. cf. curvicornis* está ampliamente distribuido en la región andina, este ha sido encontrado en ambientes urbanos y semiurbanos donde es el escarabajo coprófago más abundante en la remoción de excremento bovino en pasturas; esta especie es conocida por tener hábito paracóprido, es decir construyen nidos debajo de la bosta de estiércol (Montes Rodríguez 2017). Se encontraron 73 individuos en total, en El Quinche se encontró la mayor abundancia de estos con 66 individuos; en Juan Montalvo se encontraron siete individuos seis en las trampas de coprófagos, y uno en las trampas de necrófagos; en ambas trampas estos insectos se encuentran alimentándose, según Hanski y Cambefort (1991) los escarabajos coprófagos a veces cambian de

hábito alimenticio a la carroña, dependiendo de la disponibilidad de alimento y las condiciones que se presenten.

Cuadro 1. Riqueza y abundancia de coleópteros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Familia	Especie	Hábitat		Total
		Juan Montalvo	El Quinche	
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 1	2	0	2
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 2	1	0	1
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 3	1	0	1
Carabidae	Carabidae sp. 4	2	0	2
Cerambycidae	Prioninae sp.	0	2	2
Coccinellidae	<i>Coccinella</i> sp. 1	0	5	5
Coccinellidae	<i>Coccinella</i> sp. 2	0	1	1
Dermestidae	Dermestidae sp.	0	1	1
Elateridae	Elateridae sp.	1	0	1
Histeridae	Histeridae sp. 1	24	0	24
Histeridae	Histeridae sp. 2	17	1	18
Histeridae	Coleoptera cf. Histeridae sp. 3	4	0	4
Histeridae	Histeridae sp. 4	1	0	1
Lampyridae	Lampyridae sp.	2	0	2
Scarabaeidae	Dynastinae sp.	0	5	5
Scarabaeidae	Coleoptera cf. Scarabaeinae sp.	1	0	1
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> cf. <i>curvicornis</i>	7	66	73
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> sp.	0	4	4
Silphidae	<i>Oxelytrum anticolla</i>	104	0	104
Silphidae	<i>Oxelytrum discicolle</i>	54	0	54
Staphylinidae	Staphylinidae sp.	34	0	34
Tenebrionidae	Coleoptera cf. Tenebrionidae	2	4	6
	Abundancia	257	89	346
	Riqueza	16	9	22

La especie de Staphylinidae sp. encontrada se recolectó en los tres tipos de trampas y solo en Juan Montalvo, aunque de preferencia en las trampas de necrófagos con 20 individuos colectados, en las trampas de coprófagos se encontraron 12 individuos y en las trampas de frugívoros se encontraron dos individuos. Esta familia del orden Coleoptera es la más grande o la segunda más grande con más de 46,200 especies conocidas, ubicadas en más de 3,200 géneros; con frecuencia se encuentran estafilínidos en carroña o estiércol, estos insectos en su mayoría son depredadores

de otros invertebrados, aunque también existen los que se alimentan de materia orgánica (Arnett y Thomas 2002). En el estudio esta especie se encuentra para depredar larvas de moscas, y es la razón de su presencia en las tres trampas.

Cuadro 2. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para coprófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Familia	Especie	Hábitat		Total
		Juan Montalvo	El Quinche	
Trampas para coprófagos				
Histeridae	Histeridae sp. 1	7	0	7
Histeridae	Histeridae sp. 2	9	1	10
Histeridae	Coleoptera cf. Histeridae sp. 3	2	0	2
Histeridae	Histeridae sp. 4	1	0	1
Scarabaeidae	Dynastinae sp.	0	5	5
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> sp.	0	4	4
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> cf. <i>curvicornis</i>	6	66	72
Staphylinidae	Staphylinidae sp.	12	0	12
Abundancia		37	76	113
Riqueza		6	4	8

Los excrementos son ambientes óptimos para hallar insectos de la familia Histeridae, siendo más frecuentados aquellos en los cuales se instala una comunidad de coprófagos numerosa, se han encontrado en Chile, preferiblemente en guano de aves y ocasionalmente en el de otros animales (bovino, porcino, humano y equino), siempre asociado a la actividad humana, allí buscan huevos y larvas de dípteros, escarabeidos e hidrofílicos, compitiendo con algunos estafilínidos; son frecuentes en primavera y verano (Andrews y Caballero 1989). Esto muestra el porqué de la aparición de cuatro especies de la familia Histeridae, que son Histeridae sp. 1, con 24 individuos en Juan Montalvo encontrados en las trampas de coprófagos y necrófagos; Histeridae sp. 2, con 18 individuos distribuidos 17 en Juan Montalvo y uno en El Quinche, encontrados en las trampas de coprófagos y necrófagos; Coleoptera cf. Histeridae sp. 3, con cuatro individuos en Juan Montalvo encontrados en las trampas de coprófagos y necrófagos; e Histeridae sp. 4, con un individuo encontrado en Juan Montalvo en las trampas de coprófagos.

Dynastinae sp. presenta una baja abundancia en el estudio con cinco individuos encontrados, debido a que solo se encuentran en El Quinche. Es una de las subfamilias más conocidas y llamativa de la familia Scarabaeidae, se encuentra en todas partes del mundo exceptuando regiones polares, aunque la mayoría de las especies se encuentran en los trópicos, por lo que explica la posible ausencia de Dynastinae en Juan Montalvo, ya que presenta una altitud mayor, con temperaturas menores. El estudio encontró que a mayor altura algunas especies están restringidas, ya que Juan Montalvo al estar más elevado que El Quinche, algunas especies se encontraron solamente en El

Quinche, de igual manera algunas especies fueron encontradas en Juan Montalvo y no en El Quinche. Hay varios factores que afectan la comunidad de coprófagos, influyendo en su abundancia de familias; incluso hay cierto tipo de estiércol que les atrae más, de igual forma se puede notar que afecta el ambiente y efectos agrícolas a las malas prácticas culturales, por lo que es de suma importancia implementar manejos integrados de plagas (MIP), disminuyendo aplicaciones de insecticidas y aumentando los enemigos naturales, evitando una reducción de diversidad; estos organismos son sensibles a variaciones mínimas en la temperatura, precipitación, acidez del suelo, contaminación del aire y suelo, se puede evaluar con un grupo de indicadores de perturbación en el medio ambiente, como con el uso de escarabajos (Howden y Neialis 2013).

Se encontraron 20 individuos frugívoros, entre ambos lotes, divididos en siete familias y ocho especies. Las especies de mayor abundancia fueron Coleoptera cf. Tenebrionidae (30%), *Coccinella* sp. 1 (25%), y las siguientes especies con 10 % de presencia cada uno: Prioninae sp., Lampyridae sp. y Staphylinidae sp. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para frugívoros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Familia	Especie	Hábitat		Total
		Juan Montalvo	El Quinche	
Trampas para frugívoros				
Cerambycidae	Prioninae sp.	0	2	2
Coccinellidae	<i>Coccinella</i> sp. 1	0	5	5
Coccinellidae	<i>Coccinella</i> sp. 2	0	1	1
Dermestidae	Dermestidae sp.	0	1	1
Elateridae	Elateridae sp.	1	0	1
Lampyridae	Lampyridae sp.	2	0	2
Staphylinidae	Staphylinidae sp.	2	0	2
Tenebrionidae	Coleoptera cf. Tenebrionidae	2	4	6
Abundancia		7	13	20
Riqueza		4	5	8

Los tenebriónidos se alimentan de material vegetal que generalmente se encuentra en descomposición, lo que le da una función importante de degradadores, algunas especies pueden ser consideradas dañinas, ya sea en su estado adulto o larval, se pueden alimentar de plántulas, raíces, harinas, granos, u otros productos almacenados; la mayoría de estos insectos son nocturnos (Andrews y Caballero Rafael 1989; Ordoñez Reséndiz y Bautista Alatraste 2015). En el estudio se recolectaron seis individuos en las trampas de fruta en descomposición, en Juan Montalvo se hallaron dos y en El Quinche se encontraron cuatro, por lo cual lo consideramos un insecto descomponedor de fruta. En un estudio en México se observó que la distribución de ellos puede

llegar hasta los 2,800 msnm, lo cual está en los rangos en los que se encuentran los lotes estudiados (Ordoñez Reséndiz y Bautista Alatristero 2015). Esta familia ha desarrollado una capa cerosa en el exoesqueleto que los ayuda a soportar la radiación y evitar pérdidas de agua (Chown y Nicolson 2004).

Existe gran cantidad de insectos depredadores de moscas blancas, los más frecuentes son varias especies de mariquitas de la familia Coccinellidae, en este estudio se hallaron cinco individuos de *Coccinella* sp. 1 y un individuo de *Coccinella* sp. 2, estos insectos fueron encontrados solo en El Quinche. Los coccinélidos son de gran importancia en la parte agrícola ya que se puede desarrollar en el manejo integrado de plagas con una conservación de enemigos naturales (León 2012). Por eso es importante tener estudios que nos aporten al conocimiento de la biodiversidad y riqueza, debido a que a partir de ellos se pueden crear nuevos horizontes y planes de conservación e integración de individuos que nos podamos beneficiar, mejorando las condiciones de nuestro ambiente en ambos sectores.

El prioníno colectado (*Prioninae* sp.) fue encontrado dos veces en el lote de El Quinche en las trampas de frugívoros, pertenece a la familia Cerambycidae, en esta familia los adultos visitan flores, mientras las larvas prefieren madera (Andrews y Caballero 1989). En el lote de El Quinche al estar cerca de un bosque natural en una quebrada, crea el ambiente para las larvas de Cerambycidae, y también se puede alimentar en los alrededores de las flores presentes en algunos frutales silvestres y cultivados (Andrews y Caballero 1989).

La familia Lampyridae de la cual se encontraron dos individuos en Juan Montalvo en las trampas de frugívoros, son insectos que se distribuyen principalmente en regiones tropicales, la característica más evidente de estos insectos conocidos como luciérnagas es la presencia de órganos luminosos en sus estados larvales y de adulto, por lo que la mayoría son nocturnos; siendo la luminosidad usada para la comunicación entre sexos, los machos más activos en el vuelo, cuentan con un aparato luminoso más desarrollado; en lampíridos que carecen de este dispositivo, la atracción sexual es de naturaleza química a través de la liberación aromática; como adultos, algunos ya no se alimentan, otros pueden ser depredadores de caracoles y lombrices, por lo que son importantes en el control natural de ciertas especies (García Aldrete y Ayala Barajas 2004).

La familia Dermestidae, incluye miembros que son hallados comúnmente sobre flores y carcasas secas de animales en nidos de mamíferos, esta familia se le conoce por ser importantes descomponedores de carroña y material vegetal, pueden ser de importancia económica, ya que algunas especies causan serios daños a productos alimenticios, así como depósitos de cuero, pieles, carne y harina de pescado (Díaz *et al.* 2008). Se encontró un individuo perteneciente a esta familia en trampas de la fruta, en el lote de El Quinche, donde su presencia se debe a la descomposición de fruta.

Elateridae sp., perteneciente a la familia Elateridae, esta familia se distribuye desde Alaska hasta el sur de Argentina, algunas especies se alimentan de insectos de cuerpo blando como los pulgones, pero principalmente su alimento son frutas caídas, néctar, partes florales, esto explica su presencia en la trampa con fruta en Juan Montalvo, sin embargo, solo se encontró un individuo (Johnson 2002).

Las recolectas de necrófagos solo tuvieron éxito en el lote de Juan Montalvo, donde se encontraron 213 individuos, distribuidos en cinco familias y 12 especies, entre las cuales destacan con mayor abundancia *Ox. anticolla* (49%) y *Ox. discicolle* (25%), las demás especies tienen presencia menor al 10% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Riqueza y abundancia de coleópteros en trampas para necrófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Familia	Especie	Hábitat		Total
		Juan Montalvo	El Quinche	
Trampas para necrófagos				
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 1	2	0	2
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 2	1	0	1
Carabidae	Coleoptera cf. Carabidae sp. 3	1	0	1
Carabidae	Carabidae sp. 4	2	0	2
Histeridae	Histeridae sp. 1	17	0	17
Histeridae	Histeridae sp. 2	8	0	8
Histeridae	Coleoptera cf. Histeridae sp. 3	2	0	2
Scarabaeidae	Coleoptera cf. Scarabaeinae sp.	1	0	1
Scarabaeidae	<i>Onthophagus cf. curvicornis</i>	1	0	1
Silphidae	<i>Oxelytrum anticolla</i>	104	0	104
Silphidae	<i>Oxelytrum discicolle</i>	54	0	54
Staphylinidae	Staphylinidae sp.	20	0	20
Abundancia		213	0	213
Riqueza		12	0	12

El orden Coleoptera se considera el segundo más alto en importancia forense, en casos criminales que involucran muerte violenta. Entre las familias de importancia forense, los Silphidae, o escarabajos carroñeros, destacan por sus hábitos necrófagos en su etapa inmadura y hábitos omnívoros como adultos. La especie *Ox. discicolle* está ampliamente distribuida en las Américas, desde el sur de los Estados Unidos hasta el sur de Brasil, teniendo preferencias por ambientes húmedos como bosques estacionales y de gran altitud; en Brasil, en estudios forenses, encontraron un cadáver de una mujer de 57 años en estado de putrefacción con ocho larvas de *Ox. discicolle* (Lira *et al.* 2020). Los escarabajos a menudo se tratan como secundarios en la investigación forenses, las larvas de *Ox. discicolle* se alimentan exclusivamente de tejidos en descomposición, mientras que las especies adultas presentan hábitos omnívoros (preferiblemente carroñeros), se alimentan de tejidos animal en descomposición y se aprovecha de larvas de moscas; son más abundantes en los períodos lluviosos y en zonas boscosas con mucha vegetación, por lo cual este insecto deja de aparecer desde junio a diciembre (Lira *et al.* 2020). En Juan Montalvo se colectaron 54 individuos en pollo en descomposición en la época lluviosa.

Oxelytrum anticolla ocupa las provincias del páramo, comprende la parte más elevada de los andes entre el oeste de Venezuela, norte de Chile y centro de Argentina, la especie se conoce

principalmente por la alta elevación abierta hábitats en los países andinos de Ecuador, Perú y Bolivia (Lira *et al.* 2020). En Ecuador se encontraron en las regiones de la Tucunga, Machachi y Quito, con este estudio tenemos la presencia en Juan Montalvo donde se encontraron 104 individuos (Peck y Anderson 1985).

En la familia Carabidae se encontraron seis individuos distribuidos en cuatro especies. Los carábidos varían ampliamente en hábitats, desde ambientes cavernícolas, a situaciones arbóreas (Arnett y Thomas 2002). Los habitantes del suelo pueden ser: higrófilos ocupando zonas costeras, bosques pantanosos; mesófilos, que viven en bosques o prados húmedos, pero independientemente del agua superficial permanente; y xerófilos viviendo en bosques secos hasta pastizales y situaciones desérticas (Arnett y Thomas 2002). La mayoría de los carábidos son depredadores o carroñeros olfativos táctiles polípagos que buscan y comen artrópodos muertos y moribundos, o están especializados en la búsqueda de presas activas, como moluscos, mil pies u hormigas, lo cual explica su presencia en las tramas de necrófagos (Arnett y Thomas 2002).

Riqueza

Las trampas de necrófagos poseen la mayor riqueza, con 12 especies en total de ambos lotes, seguido de los coleópteros coprófagos con ocho especies en total y finalmente las trampas de frugívoros con ocho especies, se observó que entre los hábitos coprófagos y frugívoros se alcanzó el mismo número de especies (Figura 8).

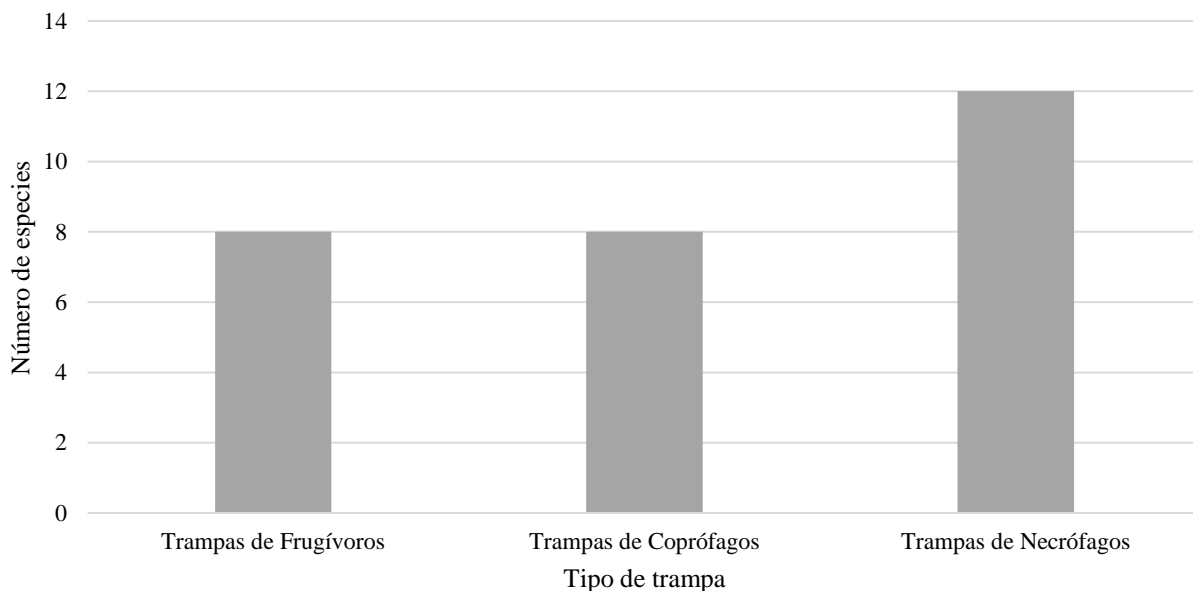


Figura 8. Riqueza de especies según el tipo de trampa en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

El estudio en general mostró que las trampas de coprófagos acumularon un máximo de ocho especies para el 7 de mayo, la trampa de frugívoros alcanzó el máximo de ocho especies el 20 de

mayo, y las trampas de necrófagos alcanzaron su máximo de 12 especies el 11 de mayo, después de estas fechas no se encontraron nuevas especies en las recolectas.

En el Quinche se observó que la trampa de coprófagos alcanzó su máximo número de especies el 1 de mayo, con cuatro especies en este lote, sin embargo, los insectos frugívoros alcanzaron un punto más alto con cinco especies acumulados en total para la fecha 20 de mayo. No se registró ningún individuo de necrófagos (Figura 9). Se observó que la trampa de coprófagos acumuló su máximo de especies en menos tiempo que la trampa de frugívoros. En Juan Montalvo se observó que la trampa de necrófagos alcanzó un total de 12 especies acumulados para el 11 de mayo, y la trampa de frugívoros alcanzó su máximo con cuatro especies para el 15 de mayo. Se observó que los coleópteros coprófagos y necrófagos alcanzaron su mayor número de especies para la misma fecha, sin embargo, los necrófagos tuvieron mayor número de especies (Figura 9).

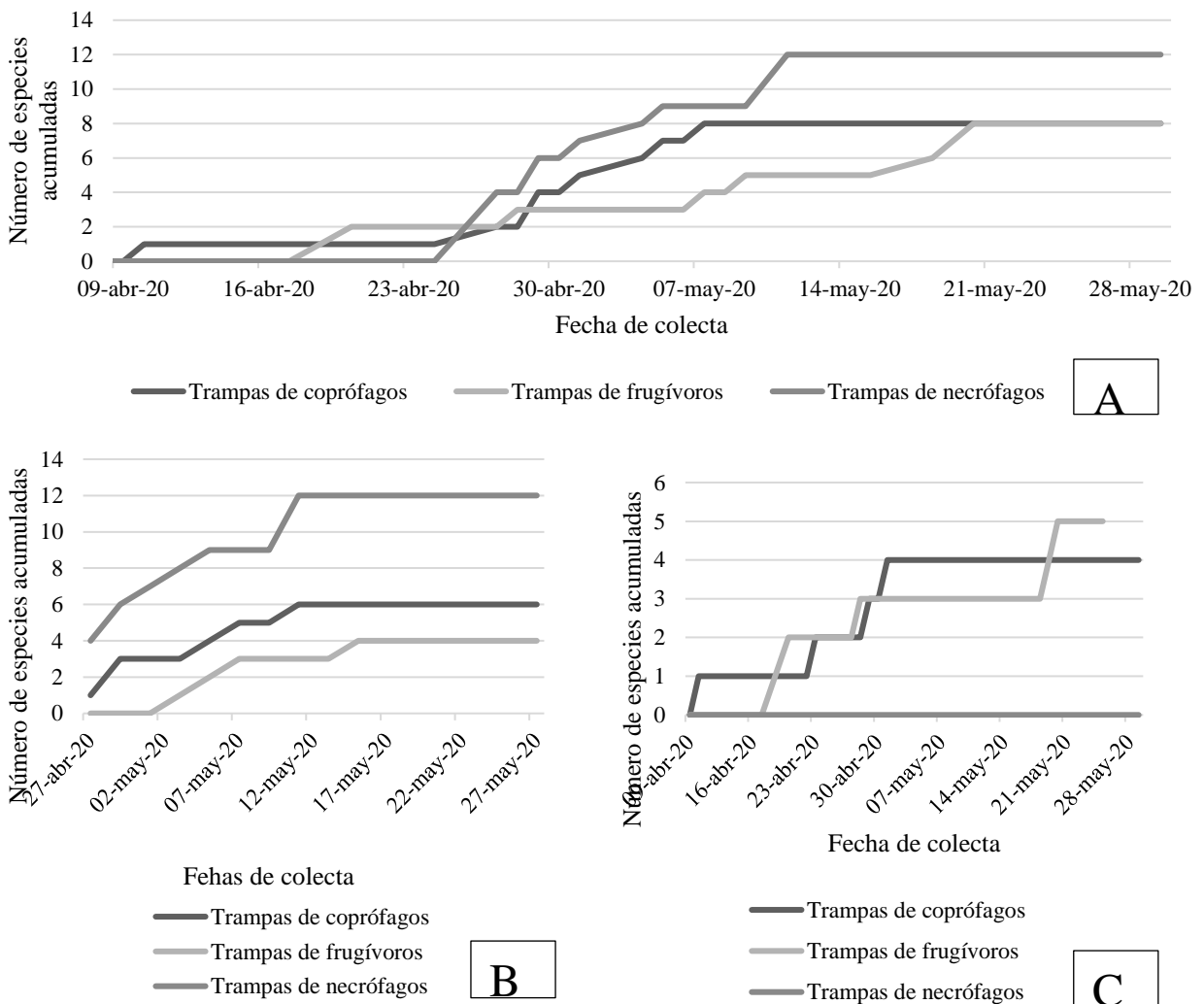


Figura 9. Curvas de acumulación de especies según el tipo de trampa, basado en las fechas muestreo en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. (A) Acumulación

de especies de coleópteros en general. (B) Acumulación de especies de coleópteros en Juan Montalvo. (C) Acumulación de especies de coleópteros en El Quinche.

En Juan Montalvo, se observó que las trampas de frugívoros tienen un aumento de especies más lento que los otros hábitos alimenticios, mientras que en El Quinche el crecimiento en trampas de coprófagos y frugívoros van similares hasta el 30 de abril. La tendencia de los insectos en las trampas de frugívoros en otros estudios fue similar a El Quinche, debido a que la parroquia posee más cultivos de frutales, y frutales silvestres, en Juan Montalvo se observa la misma tendencia con la diferencia que, los insectos no fueron capturados desde el inicio del estudio, este comportamiento se debe a que existen menos frutales en la zona, y los insectos deben tener mayor movimiento para poder llegar (Ramírez 2014).

Comparando con estudios altitudinales en México (García 1991), donde se realizaron muestreos durante todo el año, en promedio se obtuvo el mismo número de especies coprófagos que en este estudio, lo cual nos dice que es muy poco probable que encontremos nuevas especies, sumándole que en México era un bosque, y nuestro lugar de estudio fueron lugares agrícolas donde la modificación del ambiente afecta a las especies. El mismo patrón se repite en Honduras (Rivera y Cantarero 2011), donde se realizó un estudio altitudinal de escarabajos coprófagos y se obtuvo siete especies entre dos pastizales diferentes y este número es mayor debido que todavía se maneja con sistema silvopastoriles, y en nuestro estudio, es un ambiente agrícola, por lo tanto, tiene mayor intervención, lo que afecta a la diversidad. También coinciden con estudios en Colombia (Medina *et al.* 2001) donde se ha encontrado que en lugares como la Amazonía se han logrado coleccionar hasta 70 especies por sitios, mientras que, en zonas altas, mayores a 2,000 msnm, las colectas han demostrado un máximo de 30 especies por sitio, y este número se va reduciendo según el uso del suelo y la altitud.

En México se realizaron estudios de insectos necrófagos donde solo encontraron cuatro especies de coleópteros necrófagos, en una altitud de 1,800 msnm, lo cual no coincide con el número de especies encontrados en el estudio, esto puede ser debido a que cerca de Juan Montalvo existen pequeñas granjas porcinas que aportan con muertes para que los escarabajos puedan subsistir en estos tipos de ambientes (Esquivel Alfaro 2018). En la provincia de Pichincha se han registrado cinco especies de escarabajos necrófagos, lo cual nos dice que no se han estudiado la mayoría de estos, mientras que en todo el Ecuador se han encontrado 21 especies, y nos dice que esta provincia tiene la mayor abundancia de especies necrófagas en los órdenes Coleoptera y Díptera (Salazar y Donoso 2015).

Estudios en España (de la Peña Alonso *et al.* 2018) de diversidad de coleópteros en plantaciones de varios frutales se encontraron ocho especies, esto coincide con nuestro estudio, debido a que en los dos lotes se manejan cultivos distintos aporta al incremento de riqueza de especies, por otro lado, estudios en Colombia (León 2012) en plantaciones de cítricos se encontraron cuatro especies, lo que reafirma que cuando existe variedad de cultivos aumenta la diversidad de especies.

Abundancia

El tipo de trampa con mayor abundancia en todo el estudio fue la trampa de insectos necrófagos con 213 individuos, seguido de la trampa de coleópteros coprófagos con 113 individuos en todo el estudio, finalmente con menos abundancia se coloca la trampa de insectos frugívoros con 20

insectos. Se nota claramente una diferencia con relación a la abundancia entre los tres hábitos alimenticios (Figura 10). Esto concuerda con las colectas entre necrófagos y coprófagos en México, donde se menciona que los insectos copro-necrófagos prefieren la carroña al excremento debido al nivel de proteína que la carne descompuesta les puede ofrecer (García 1991).

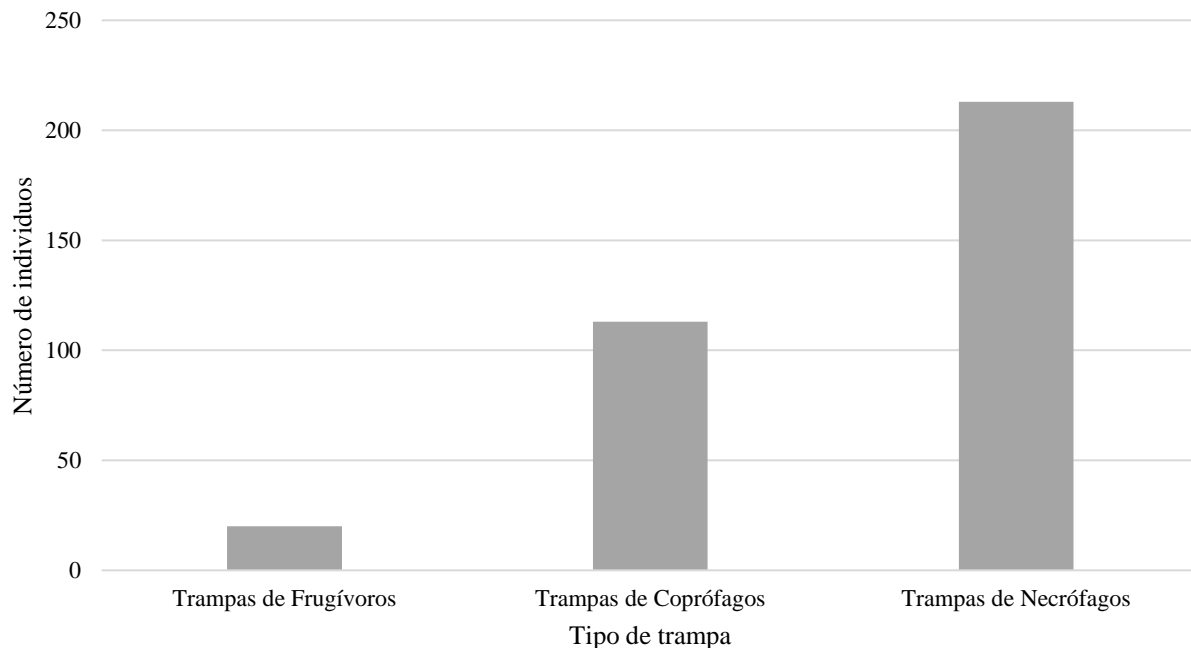


Figura 10. Abundancia de coleópteros según el tipo de trampa en todo el estudio en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

En la trampa de insectos frugívoros sobresalen por su abundancia las especies Coleoptera cf. Tenebrionidae y *Coccinella* sp. Las demás especies no se destacan (Figura 11). En El Quinche las especies con mayor abundancia coinciden con los del punto de vista general, mientras que en Juan Montalvo no se encuentran diferencias claras en cuanto a abundancia (Figura 11). En los dos lotes coincide la especie Coleoptera cf. Tenebrionidae, aunque en Juan Montalvo está en menores cantidades, *Coccinella* sp. 1 y *Coccinella* sp. 2 solo se encontraron en El Quinche.

En la trampa de insectos coprófagos se destaca la especie *Onthophagus* cf. *curvicornis* con la mayor abundancia en todo el estudio de este hábito alimenticio (Figura 12). En El Quinche, las especies con mayor abundancia coincide con el estudio general del hábito alimenticio, por la presencia de estiércol de caballo por lo que se ven atraídos para realizar el proceso de nidificación removiendo estiércol, además que son especies característicos de toda la región andina (Montes Rodríguez 2017). Mientras que en Juan Montalvo la especie con mayor abundancia es Staphylinidae sp., seguido de Histeridae sp. 2 e Histeridae sp. 1, mientras que en Juan Montalvo aparece en menores cantidades (Figura 12). Se cree que en Juan Montalvo la especie *Onthophagus* cf. *curvicornis*, se ve afectado por el uso de ivermectina en las ganaderías.

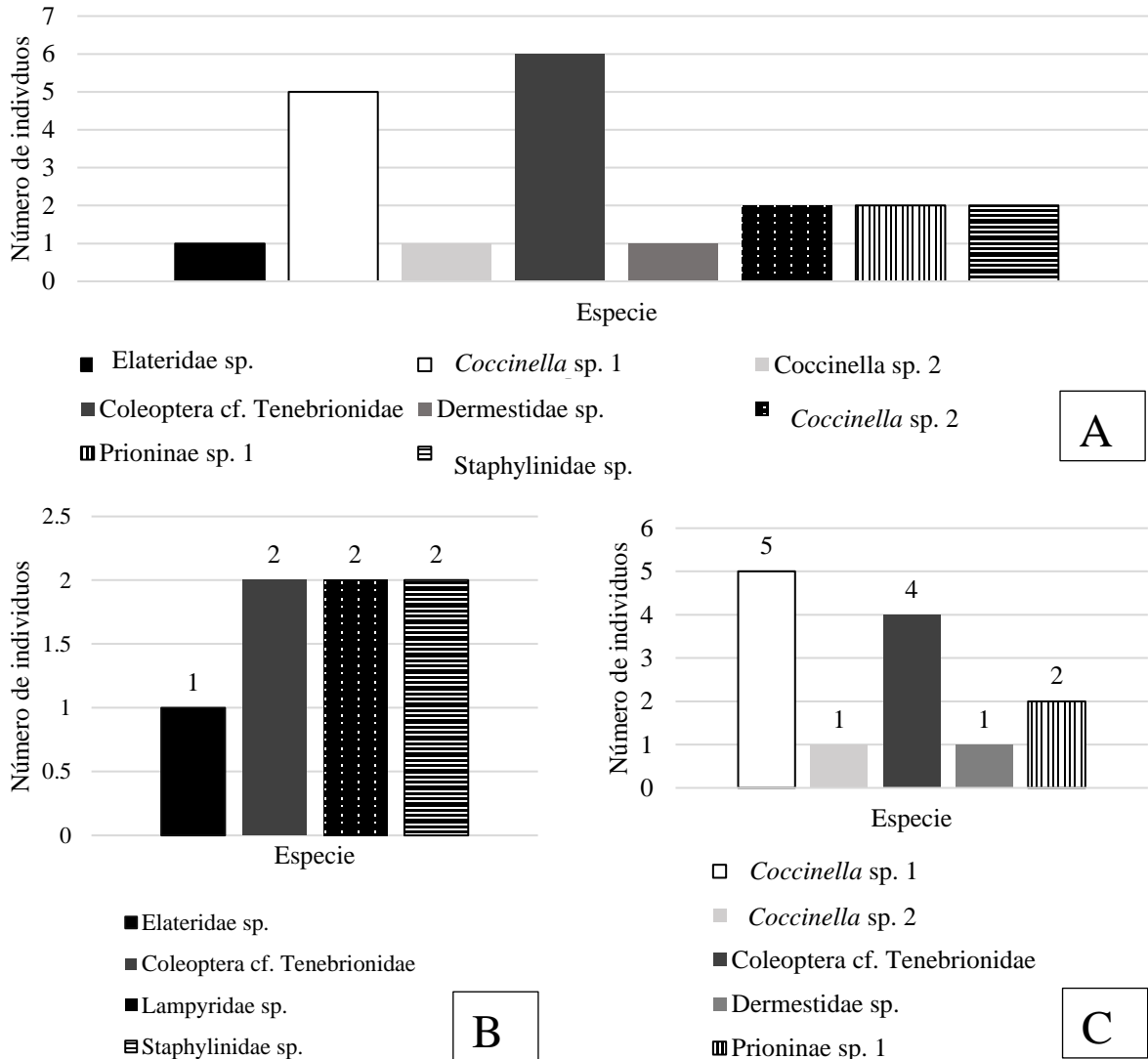


Figura 11. Abundancia general y por lotes en trampas para coleópteros frugívoros en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. (A) Abundancia general en trampas para coleópteros frugívoros. (B) Abundancia en trampas para coleópteros frugívoros en Juan Montalvo. (C) Abundancia en trampas para coleópteros frugívoros en El Quinche.

La abundancia general de necrófagos solo se puede analizar desde el lote de Juan Montalvo, con *Oxelytrum* como el género más abundante (Figura 13). A pesar de no tener individuos colectados en El Quinche, esta especie se destaca con la mayor abundancia de todo el estudio (Figura 13). Este es el género de la familia Silphidae, más colectado en Latinoamérica, por lo que su presencia en el estudio no se hace rara, ya que coincide con el ambiente en el cual se desarrolla este género (Bustamante Navarrete *et al.* 2017). Es conocido por habitar en elevaciones altas de los andes, en países como Ecuador, Perú y Bolivia (Peck y Anderson 1985). Los adultos tienen hábitos alimenticios omnívoros, por lo que son de suma importancia en la ganadería ya que se alimentan de larvas de moscas. Juan Montalvo siendo un sector ganadero, cuenta con todos los factores característicos para brindar el desarrollo óptimo a *Oxelytrum*.

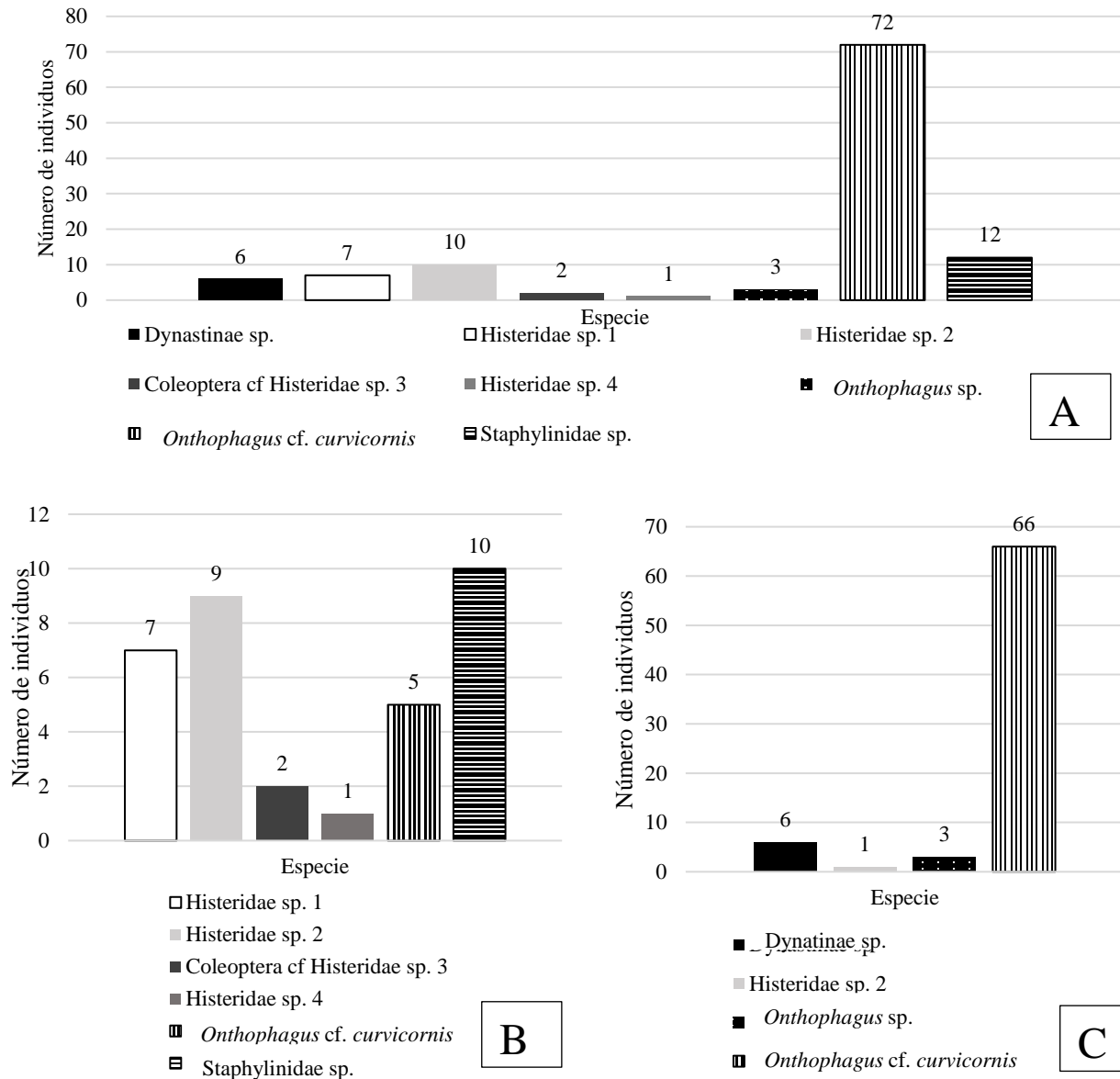


Figura 12. Abundancia general y por lotes en trampas para coleópteros coprófagos en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador. (A) Abundancia general en trampas para coleópteros coprófagos. (B) Abundancia en trampas para coleópteros coprófagos en Juan Montalvo. (C) Abundancia en trampas para coleópteros coprófagos en El Quinche.

En Ecuador, Troya *et al.* (2016) realizaron estudios de bosques secos de 2,600 msnm, cerca de El Quinche donde se encontró que el orden Coleoptera, que normalmente es uno de los mayores entre los insectos, se posicionó en menores cantidades en dicho estudio, con las familias Carabidae y Tenebrionidae como las más importantes; el hecho de que Coleoptera se posicione a niveles bajos en estudios de diversidad se debe a la presencia de hormigas, las cuales representó la mayoría de los individuos 70%, mientras que Coleoptera junto Diptera y Hemiptera apenas llegaron al 27% del total de individuos colectados.

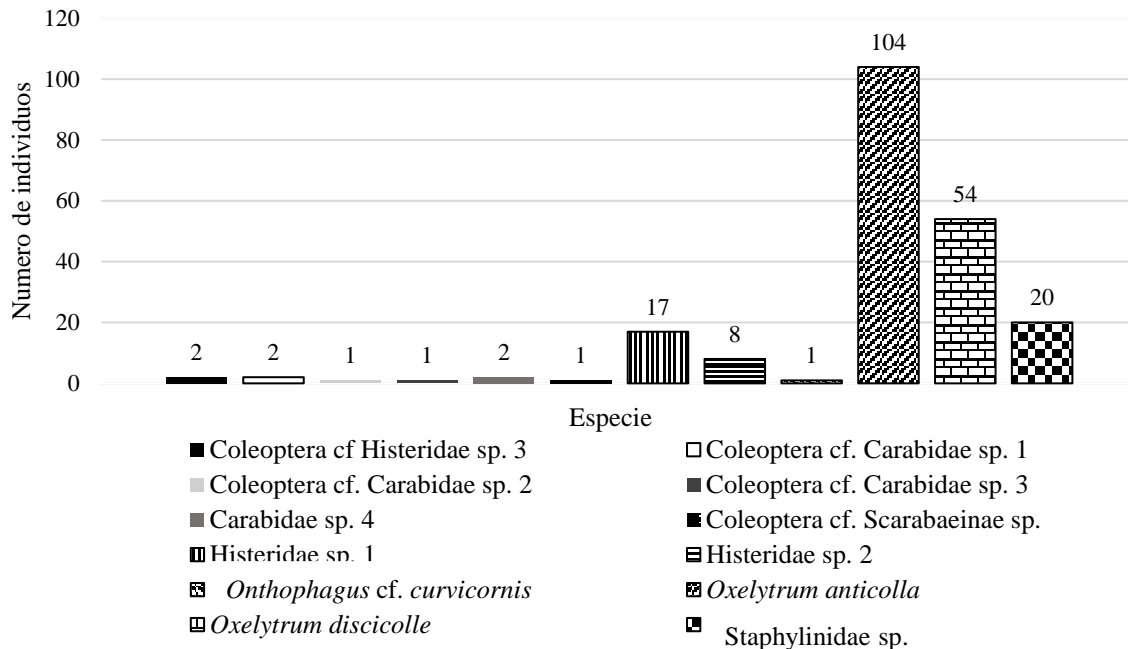


Figura 13. Abundancia en las trampas para coleópteros necrófagos en el lote de Juan Montalvo de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Índices de diversidad

El índice de Margalef-I indica que la parroquia Juan Montalvo tiene mayor riqueza de especies (2.7032) en comparación a El Quinche (1.7823); según Shannon Juan Montalvo tiene una mejor distribución de individuos por especie (2.5746). A partir de Simpson 1-D se determinó que Juan Montalvo tiene mayor diversidad de especies con (0.7602); según la dominancia D (0.2398) se observa que Juan Montalvo tiene menor equidad de individuos. Según la diversidad beta B nos indica que al realizar un muestreo al azar en las dos localidades se tiene el 24% de probabilidad de encontrar las mismas especies, y la diversidad en general de los dos lotes son indicados por la diversidad gamma G (cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef-I), diversidad (índice de Shannon-H), y dominancia (índice de Simpson-D y 1-D), en términos generales, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Lote	Margalef I	Shannon H	Dominancia D	Simpson 1-D	Diversidad B	Diversidad_G
Juan Montalvo	2.7032	2.5746	0.2398	0.7602	0.2400	0.6355
El Quinche	1.7823	1.5302	0.5612	0.4388		

En las trampas para coleópteros frugívoros se encontró que, según el índice de Margalef I Montalvo (1.5417) tiene menor riqueza de especies en comparación con El Quinche (1.5595), según Shannon

H El Quinche (2.0382) tiene mejor distribución de individuos por especie. A partir de Simpson 1-D y dominancia D las diversidades y las distribuciones de especies no tienen significativas. Según la diversidad B tenemos que hay un 22.22% de probabilidad de que se encuentre el mismo especies en ambos lugares, y la diversidad en general de frugívoros está dada por la diversidad gamma G (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros frugívoros, y diversidades beta y Gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Lote	Margalef I	Shannon H	Dominancia D	Simpson 1-D	Diversidad B	Diversidad_ G
Juan Montalvo	1.5417	1.9502	0.2653	0.7347		
El Quinche	1.5595	2.0382	0.2781	0.7219	0.2222	0.9844

En las trampas para coleópteros coprófagos, según el índice de Margalef I, Juan Montalvo (1.384) tiene mayor riqueza de especies, según Shannon H, Juan Montalvo (2.2713) tiene mejor distribución de individuos por especies. A partir de Simpson 1-D tenemos que Juan Montalvo (0.7699) tiene mayor diversidad de especies, y según la dominancia D, El Quinche (0.7614) tiene menos equidad en la distribución de individuos por especie. Según la diversidad beta B tenemos que hay un 40% de probabilidad de encontrar la misma especie en ambos lotes, y la diversidad de coprófagos en general está dada por la diversidad gamma G (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros coprófagos, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Lote	Margalef I	Shannon H	Dominancia D	Simpson 1-D	Diversidad B	Diversidad_ G
Juan Montalvo	1.3847	2.2713	0.2301	0.7699		
El Quinche	0.6927	0.7408	0.7614	0.2386	0.4000	0.5377

En las trampas para coleópteros necrófagos se tiene que tanto Margalef I (2.057), Shannon H (2.1313), Simpson 1-D (0.6804) y D (0.3196) tienen valores mayores en el lote Juan Montalvo, debido a que no se encontró individuos en El Quinche (Cuadro 8).

Cuadro 8. Riqueza específica (índice de Margalef), diversidad (índice de Shannon), y dominancia (índice de Simpson), en trampas de coleópteros necrófagos, y diversidades beta y gamma en lotes de Juan Montalvo y El Quinche de la provincia de Pichincha, Ecuador.

Lote	Margalef I	Shannon H	Dominancia D	Simpson 1-D	Diversidad B	Diversidad_ G
Juan Montalvo	2.0517	2.1313	0.3196	0.6804	0.0000	0.3554
El Quinche	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Según los índices de diversidad se obtiene que, en estos lugares agrícolas y ganaderos, ubicados en la región andina, la riqueza de especies es regular con relación a cada sitio con abundancias marcadas en coprófagos y necrófagos, en frugívoros la abundancia no es marcada por alguna especie en específico, sin embargo, son valores muy bajos para el total de colectas. En Honduras en un estudio

de escarabajos coprófagos, se observó que la pastura usada para ganado de carne tuvo una mayor diversidad que ambientes forestales, de igual manera en Juan Montalvo a estar dedicado a ganado lechero tuvo mayor diversidad que El Quinche que tiene un lote productor de hortalizas (Cerritos y Ochoa 2017). En Ecuador en un estudio de diversidad de escarabajos en plantaciones de frutales se observó que al orientarse al monocultivo se reduce la diversidad de escarabajos que cuando se tiene cultivos combinados (Yazán Ayala 2018).

4. CONCLUSIONES

- En total entre ambos lotes agrícolas de Pichincha se encontrón ocho especies de coleópteros en las trampas para coprófagos, distribuidos en tres familias. Las especies más abundantes fueron *Onthophagus cf. curvicornis* y Staphylinidae sp.
- Se encontrón ocho especies de coleópteros en las trampas para frugívoros, distribuidos en siete familias. Las especies más abundantes fueron Coleoptera cf. Tenebrionidae, *Coccinella* sp. 1, Prioninae sp., Lampyridae sp. y Staphylinidae sp.
- Se encontrón 12 especies de coleópteros necrófagos distribuidos en cinco familias. Las especies más abundantes fueron. *Oxelytrum anticolla* y *Oxelytrum discicolle*, ambas especies pertenecientes a la familia Silphidae.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar la identificación y clasificación de especies en un laboratorio de entomología con ayuda de estereoscopios, alfileres entomológicos, claves de dicotómicas ilustradas y colecciones de insectos de referencia.
- Realizar colectas en otras épocas del año y comparar si se obtienen las mismas especies.
- Realizar el estudio en Juan Montalvo en un ambiente hortícola y en El Quinche en un ambiente ganadero.
- Realizar colectas de necrófagos en El Quinche, con trampas resistentes a depredadores.

6. LITERATURA CITADA

- Andrews KL, Caballero R. 1989. Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Cuarta Edición. El Zamorano, Honduras: Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana.
- Arango Gutiérrez GP, Vásquez Villegas EM. 2004. Los coleópteros y el compost. *Revista Lasallista de Investigación*. 1(1):93–95.
- Arnett RH, Thomas MC, editores. 2002. American beetles: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. Boca Raton London New York Washington, D.C: CRC Press. 443 p. ISBN: 0849319250.
- Baselga A, Gómez Rodríguez C. 2019. Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova acta científica compostelana*. 26:39–45.
- Bohórquez Salazar H, Buitrago Burgos SM, Cristancho Chinome JR, Robles Piñeros J, Mendieta MP, Gutiérrez Gómez GL. 2016. Diversidad de Coleópteros en un bosque alto andino del municipio de Santa Rosa de Viterbo (Boyacá). *Mutis*. 6(2):32–46. doi:10.21789/22561498.1149.
- Bustamante Navarrete A, Oroz Ramos A, Yábar Landa E, Marquina Montesinos EL, Elme Tumpay A. 2017. Contribución al conocimiento de los escarabajos de la familia Silphidae (Coleoptera) en el Perú. *Archivos Entomológicos*. 17:135–143.
- Cárdenas Castro E, Páez Martínez A. 2017. Comportamiento reproductivo de coleópteros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en condiciones de laboratorio. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 34(1):74–83. doi:10.22267/rcia.173401.64.
- Carvajal V, Villamarín S, Ortega AM. 2011. Escarabajos del Ecuador: Principales Géneros. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. 350 p. 1 vol. (Serie Entomología).
- Cerritos García DG, Ochoa Cadena LA. 2017. Caracterización de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al estiércol en Zamorano, Honduras [Tesis Ing. Agr.]. El Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 26 p.
- Chamorro W, Marín Armijos D, Granda V, Vaz de Mello, Fernando 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):72–100. doi:10.25100/socolen.v44i1.6545.
- Chown SL, Nicolson SW. 2004. *Insect Physiological Ecology*. New York: Oxford University Press.
- Cruz M, Martínez I, López Collado J, Vargas Mendoza M, González Hernández H, Platas Rosado D. 2012. Degradación del estiércol vacuno por escarabajos estercoleros en un pastizal tropical de Veracruz, México. *Revista Colombiana de entomología*. 38(1):148–155.
- de la Peña Alonso, Eduardo, Pérez Méndez V, Alcaraz L, Lora J, Larrañaga N, Hormaza I. 2018. Pollinators and pollination in subtropical fruit crops: management and implications for conservation and food-security. *Ecosistemas, Revista científica de Ecología y Medio Ambiente*. 27(2):91–101. doi:10.7818/ECOS.1480.

- Díaz WC, Anteparra ME, Hermann A. 2008. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. *Revista Peruana de Biología*. 15(1):16–20. doi:10.15381/rpb.v15i1.1662.
- Escobar F, Lobo JM, Halffter G. 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*. 14(4):327–337. doi:10.1111/j.1466-822X.2005.00161.x.
- Esquivel Alfaro TI. 2018. Distribución de insectos necrófagos bajo un gradiente altitudinal en el monumento nacional “Cerro de la Silla”, Guadalupe, Nuevo León [Tesis Ph.D]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 171 p.
- García E. 1991. Abundancia y distribución altitudinal de los escarabajos coprófagos y necrófagos en cinco tipos de vegetación, en la Sierra de Manantlan [Tesis Lic.Bio]. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara. 129 p.
- García Aldrete AN, Ayala Barajas R. 2004. Artrópodos de Chamela. México: Instituto de Biología.
- Gestión de Comunicación. 2017. Datos de la Provincia de Pichincha: Información General. Quito, Ecuador: Gobierno Provincial De Pichincha. <https://www.pichincha.gob.ec/pichincha/datos-de-la-provincia/95-informacion-general>.
- Gordón Palaguaray P. 2015. Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial (Pdyot) de la parroquia rural El Quinche, Quito, Ecuador: GAD Parroquial Rural El Quinche. Quito, Ecuador: GAD parroquial rural El Quinche. 297 p.
- Hanski I, Cambefort Y. 1991. *Dung Beetle Ecology*. New Jersey: Princeton Legacy Library.
- Howden h. f, Neialis V. G. 2013. Effects of Clearing in a Tropical Rain Forest on the Composition of the Coprophagous Scarab Beetle Fauna (Coleoptera). *Biotropica*. 7(2):77–83.
- Johnson PJ. 2002. Elateridae Leach 1815. *In*: Arnett RH, Thomas Mc, editores. *American beetles: Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. Boca Raton London New York Washington, D.C: CRC Press.
- León G. 2012. *Insectos de los cítricos*. Colombia: Artes y letras.
- Lira LA, Barros Cordeiro KB, Figueiredo B, Galvão MF, Frizzas MR. 2020. The carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae) and the estimative of the minimum post-mortem interval in a forensic case in Brasília, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 64(1):274–276. doi:10.1590/1806-9665-rbent-2019-92.
- Luzuriaga Quichimbo CX. 2013. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en la estación biológica Pindo Mirador. Pastaza-Ecuador. [Tesis Ing. G. Am]. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Medina C, Lopera Toro A, Vítolo A, Gill B. 2001. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*. 2(2):131–144.
- Montes Rodríguez JM. 2017. Nidificación del escarabajo coprófago *Onthophagus curvicornis* Latreille, 1811 (Coleoptera: Scarabaeidae) en condiciones de laboratorio. *Revista de la Facultad de Ciencias*. 6(2):20–28. doi:10.15446/rev.fac.cienc.v6n2.64004.
- Moreno Sambonino LA, Moreno J, Garzón M, Gavilanes L, Carrera M, Bernal G. 2015. Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cayambe 2015-2025. Cayambe: GADIP Cayambe. 339 p.

- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezcuita S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*. 141(6):1461–1474. doi:10.1016/j.biocon.2008.04.011.
- Ordoñez Reséndiz MM, Bautista Alatrística G. 2015. Riqueza, distribución altitudinal y composición de Tenebrionidae (insecta: coleoptera) de la Sierra de Taxco, Guerrero. *Entomología mexicana*. 4:819–825.
- Peck.B S, Anderson R. 1985. Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*. 21:247–317.
- Ramírez JJM. 2014. Estructura y diversidad de especies de una comunidad de mariposas diurnas frugívoras ninfálicas en un bosque secundario avanzado de tierras medias del Caribe de Costa Rica en una dimensión espacial y temporal [Tesis Lic. Bio]. Costa Rica: Universidad Latina de Costa Rica, Escuela de Biología. 61 p. es.
- Rivera JD, Cantarero KJ. 2011. Comunidad de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Hábitats bajo Distinta Intensidad de Uso en Yuscarán, Honduras. *Ceiba*. 52(2):212–229. doi:10.5377/ceiba.v52i2.1758.
- Rovaina Rivera ZV. 2014. Impacto de la degradación de hábitat en la diversidad genética de dos poblaciones de *Prestoea acuminata* (Wild.) H. E. Moore en el noroccidente de la Provincia de Pichincha [Tesis Lic. Bio]. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 101 p.
- Salazar F, Donoso DA. 2015. Catálogo de insectos de valor forense en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*. 36:49–59.
- Solis Gil C, Escobedo Quintero JL. 2002. Índices de diversidad y similitud de comunidades estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas México Temporada 1996 [Tesis M.Sc]. México: Universidad Autónoma de Nayarit. 43 p.
- Somarriba E. 1999. Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas*. 6(23):72–74.
- Tamba Sandoval JE. 2015. Identificación de las principales plagas que afectan al cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en tres zonas agroecológicas del cantón quito, provincia de Pichincha. [Tesis Ing. Agr.]. Bolívar, Ecuador: Universidad Estatal De Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. 103 p.
- Triplehorn CA, Johnson NF, Borror DJ. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh ed. Australia: Thomson Brooks/Cole. 864 p. ISBN: 9780030968358.
- Troya A, Bersosa F, Espinoza L. 2016. Insects of the andean dry forest remnants in Ecuador. *Ecosistemas, Revista científica de Ecología y Medio Ambiente*. 25(2):79–82. doi:10.7818/ECOS.2016.25-2.10.
- Watherhouse DF. 1974. The Biological Control of Dung. *Scientific American*. 230(4):100–109.
- Yamada D, Imura O, Shi K, Shibuya T. 2007. Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth. *Grassland Science*. 53(2):121–129. doi:10.1111/j.1744-697X.2007.00082.x.
- Yazán Ayala JK. 2018. Diversidad de escarabajos del suelo y sus asociaciones con la diversidad arbórea en agroecosistemas agrícolas tropicales del noroeste del Ecuador [Tesis Ing. Agr.]. Quito, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Yusseff Vanegas SZ. 2006. Entomología Forense: Los insectos en la escena del crimen. Luna Azul. (23):42-49.

Zumbado Arrieta M, Azofeifa Jiménez D. 2018. Insectos de importancia agrícola: Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica. 204 p.