

**DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DEL MUNICIPIO DE SAN
ANTONIO DEL TEQUENDAMA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA) COMO
INDICADOR DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE SUS ECOSISTEMAS**

EDUWAR STEVEN BALLESTEROS CANTOR

CARLOS FERNANDO MEJÍA SAN JUAN

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ**

2019

**DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS DEL MUNICIPIO DE
SAN ANTONIO DL TEQUENDAMA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)
COMO INDICADOR DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE SUS
ECOSISTEMAS**

**Eduwar Steven Ballesteros Cantor
Carlos Fernando Mejía San Juan**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

**Director:
Biólogo, M.Sc. François Herrera Jacquelin**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DIRECTOR
Biólogo, M.Sc. François Herrera Jacquelin

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

BOGOTA D.C 2019

RESUMEN

El desarrollo de diferentes actividades humanas genera un constante cambio en el uso del suelo, factores como la expansión de las fronteras agropecuarias ponen en riesgo la integridad y la biodiversidad de los ecosistemas. Por lo tanto, es importante generar herramientas para identificar el nivel de afectación de los ecosistemas. En este estudio se utilizó la abundancia y riqueza de géneros de escarabajos coprófagos como indicador de integridad ecológica en tres zonas específicas del municipio de San Antonio del tequendama, ubicado en el departamento de Cundinamarca (Colombia).

Se evaluaron zonas de (bosque continuo, zona de transición y zona intervenida). Esta última ha sido afectada por diferentes actividades humanas especialmente ganadería. El muestreo de los escarabajos coprófagos se realizó mediante trampas de caída o Pitfall utilizando dos tipos heces (humana y de vaca) esto se hizo con el fin de aumentar las capturas y determinar qué tipo cebo es más eficiente. Se hicieron 3 transectos de 3 kilómetros, para cada transecto se colocaron 10 trampas cada una de ellas se intercalo el tipo de heces. Para la zona intervenida y la zona de bosque continuo se colocó un total de 30 trampas en cada una y para la zona de transición se colocaron un total de 60 trampas con el fin de tener un mayor número de datos. Este muestreo se dividió en dos fases, el primer muestreo se realizó en el mes de febrero y el segundo en el mes de abril del año 2018 aculando 240 trampas.

Se encontraron un total de 524 individuos en los cuales se identificaron 18 géneros. Donde más riqueza se encontró fue en la zona de transición esto se debe que hay mayor diversidad de géneros entre las transiciones de bosque y ganadería, las trampas cebadas con excremento humanos lograron la captura del 59,7% de los especímenes con respecto a las heces de vaca con las que se capturaron el restante 40,3%. El género más abundante en las zonas de muestreo fue *Dichotomius* con un total de 139 individuos encontrados, seguido del *Bdelyrus* ccon 89 individuos. Se encontraron individuos de los géneros *Canthon* y *Ontherus*, indicadores de ecosistemas en buen estado en las zonas de bosques continuos, mientras los géneros *Pseudocanthon* y *Eurysternus*, (indicadores de zonas de perturbación), fueron encontrados en las zonas deforestadas y con ganado. Apartir de los estimadores calculados se determinó mediante índice de Shannon que la zona de mayor abundancia y fue la zona de transición esto en gran parte se debió a las características de este ecosistema lo cual permite una mayor interacción entre géneros.

Palabras clave: Bioindicadores, Escarabajos coprófagos, índices, trampas.

ABSTRACT

The development of different human activities generates a constant change in land use, factors such as the expansion of agricultural frontiers put the integrity and biodiversity of ecosystems at risk. Therefore, it is important to generate tools to identify the level of impact of ecosystems. In this study, the abundance and richness of genera of coprophagous beetles was used as an indicator of ecological integrity in three specific zones of the municipality of San Antonio del tequendama, located in the department of Cundinamarca (Colombia)..

Areas of (continuous forest, transition zone and intervened zone) were evaluated. The latter has been affected by different human activities especially livestock. Sampling of the coprophagous beetles was done using fall traps or Pitfall using two types of dung (human and cow). This was done in order to increase catches and determine which bait type is more efficient. 3 transects of 3 kilometers were made, for each transect 10 traps were placed, each one of them interspersed with the type of dung. For the intervened zone and the continuous forest zone, a total of 30 traps were placed in each and for the transition zone a total of 60 traps were placed in order to have a greater number of data. This sampling was divided into two phases, the first sampling was carried out in the month of February and the second in the month of April 2018 aculating 240 traps.

A total of 524 individuals were found in which 18 genders were identified. Where more wealth was found was in the transition zone this is because there is more diversity of genders between the transitions of forest and livestock, the traps baited with human excrement achieved the capture of 59.7% of specimens with respect to dung of cow with which the remaining 40.3% were captured. The most abundant genus in the sampling areas was *Dichotomius* with a total of 139 individuals found, followed by *Bdelyrus* with 89 individuals. Individuals of the genera *Canthon* and *Ontherus* were found, indicators of ecosystems in good condition in areas of continuous forests, while the genera *Pseudocanthon* and *Eurysternus*, (indicators of disturbance zones), were found in deforested areas and with livestock. From the calculated estimators it was determined by Shannon index that the zone of greatest abundance and was the transition zone, this was largely due to the characteristics of this ecosystem which allows a greater interaction between genders.

Key Words : Bioindicators, dung beetles, indicators, traps.

Contenido

INTRODUCCION.....	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
2. MARCO TEORICO	10
2.1 SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	10
2.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE BIODIVERSIDAD Y ESTIMADORES NO PARAMETRICOS	11
2.3 ESCARABAJOS COPRÓFAGOS	14
2.4 FUNCION DE LOS ESCARABAJOS COPROFAGOS EN LOS ECOSISTEMAS Y SU USO COMO BIOINDICADORES	14
3 METODOLOGIA.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5. CONCLUSIONES.....	40
6. RECOMENDACIONES	42
7. BIBLIOGRAFÍA.....	43

Tablas

Tabla 1 Índices de biodiversidad	12
Tabla 2 Estimadores no paramétricos para la acumulación de especies	13
Tabla 3 Taxonomía.....	14
Tabla 4 Descripción de áreas muestreadas en San Antonio del Tequendama.	17
Tabla 5 Número y representatividad porcentual de los géneros de escarabajos coprófagos capturados por área de muestreo en San Antonio del Tequendama.....	21
Tabla 6 Índice de Jaccard	26
Tabla 7 estimadores no paramétricos.	27
Tabla 8 Índice de similitud entre tipos de cebo	29
Tabla 9 alturas mínimas y máximas de los tipos de área.....	32
Tabla 10 indicadores de ecosistemas	35

Ilustraciones

Ilustración 1 Mapa de zonas de muestreo	16
Ilustración 2 Trampa de caída.....	18
Ilustración 3 Trampa dañada por roedores y hormigas.....	27
Ilustración 4 Mapa de uso de suelos, curvas de nivel y zonas de muestreo	39

Graficas

Gráfica 1 Número de individuos de cada género	20
Gráfica 2 Índice de Margalef.....	22
Gráfica 3 Índice de Shannon	23
Gráfica 4 Índice de Simpson	24
Gráfica 5 Índice de Pielou	25
Gráfica 6 Acumulación de especies por área de estudio	28
Gráfica 7 Número de individuos encontrados por tipo de cebo en todas las zonas de muestreo.....	30
Gráfica 8 Número de individuos encontrados por tipo de cebo respecto a las zonas del muestreo.....	31
Gráfica 9 Abundancias de individuos respecto a la altura para la zona baja.....	33
Gráfica 10 Abundancias de individuos respecto a la altura para la zona alta.....	33
Gráfica 11 Numero de Géneros por rango de altura.....	34

INTRODUCCION

En la región andina el recuso forestal ha desaparecido de manera importante, según el informe del monitoreo de cambio en la superficie del bosque, esta región continua siendo la segunda área con la mayor superficie deforestada agrupando un total de 16.7% (36.745 ha) de deforestación en el territorio colombiano el año 2017 [1], esto se debe a la fuerte presión demográfica que se ejerce allí creando remanentes boscosos fragmentados. Factores como la localización geográfica, clima, productividad de los suelos y la abundancia relativa del recurso hídrico [2] hacen llamativa esta zona para desarrollar distintas actividades comerciales, ya sean agropecuarias o turísticas, las cuales han originado nuevos frentes de colonización alterado así los ecosistemas. Generando focos de contaminación y de degradación de la oferta ambiental, por dicha razón es de suma importancia generar y aplicar herramientas que sirvan para la caracterización y conservación biológica de remantes boscosos en ecosistemas de bosques andinos.

Dentro de las políticas de San Antonio del Tequendama y en los planes de gobierno de las últimas administraciones se ha trabajado con insistencia en la implementación de áreas protegidas que se encuentran estipuladas en un “sistema ambiental”, el cual está dividido en distritos de manejo integrado y distritos de conservación y restauración.

Para una correcta delimitación de áreas protegidas es importante conocer primero su estado y el de los ecosistemas que lo rodean. Atendiendo a esta necesidad se plantea el uso de escarabajos coprófagos como indicadores biológicos de calidad ecosistémica en tres zonas del municipio con diferentes niveles de intervención, gradientes altitudinales y dos tipos de cebos, en total se plantaron 240 trampas divididas en dos muestreos con dos meses de diferencia, los resultados de este muestreo se analizaron estadísticamente y se generaron una serie de índices y estimadores de calidad de los ecosistemas de acuerdo a la distribución y abundancia de géneros e individuos.

Se pretende que estos resultados sean utilizados como instrumento de gestión que permita determinar acciones de intervención en zonas que lo requieran, y se puedan tomar decisiones que generen tareas que encaminen al desarrollo sostenible, cumpliendo con los objetivos de gobierno municipal.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar mediante los índices de biodiversidad de las comunidades de escarabajos coprófagos el estado ecológico en tres zonas (intervenida, de transición y bosque continuo) en el municipio de San Antonio del tequendama (Cundinamarca. Colombia).

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar los dos tipos de cebo para las trampas en los transectos propuestos para encontrar preferencias de heces y además de identificar diferencias de géneros respecto a los tipos de cebo en determinada área.
- Identificar mediante muestreos las familias y géneros de escarabajos coprófagos que pertenecen al área de estudio para así determinar la relación de números de especies por área de estudio para la generación de indicadores.
- Relacionar la presencia, diversidad y abundancia de escarabajos coprófagos con el estado del ecosistema y a la diferencia altitudinal.

2. MARCO TEORICO

2.1 SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA

Es un municipio del departamento de Cundinamarca (Colombia), hace parte de la provincia del Tequendama y se encuentra aproximadamente a 56 km del distrito capital de Bogotá, fue fundado el 10 de febrero de 1857 y posee con una extensión de 82 km² y una altitud media de 1540 m.s.n.m, según el último censo realizado el año 2017, cuenta con una población total de 13.209 habitantes, de la cual más del 90% (12.196 habitantes) se encuentran en áreas rurales, es por esto que el municipio tiene vocación ambiental, agropecuaria y ecoturístico [2].

San Antonio del tequendama se encuentran ecosistemas predominantes de bosque andino, generalmente se ubican entre los 100 a 4000 m.s.n.m y ocupan alrededor de 7,97% del país, presentan un estrato de árboles entre los 20 y 35 metros de altura, además estos cumplen unas funciones importantes como capturar y conservar el carbono, mantener la biodiversidad y regular la provisión hídrica. La diversidad de los bosques andinos varía de acuerdo a los pisos térmicos [3] [4].

Estos bosques están desapareciendo de forma acelerada, por ejemplo, en la región andina se pasó de 29.263 hectáreas perdidas en 2015 a 45.606 hectáreas perdidas en 2016, Acumula el 26% de la deforestación en Colombia [5] esto se debe a las presiones demográficas a las que está sometida. En estas regiones se han concentrado centros poblados, allí se impulsa el desarrollo industrial y urbano, esto es debido a factores como la localización geográfica, el clima, la producción de los suelos y la abundancia de los recursos hídricos [3] [4].

El incremento de agropecuarias inadecuadas como la expansión de sus fronteras y la invasión de zonas protegidas trae consecuencias en los procesos del suelo como la erosión y contaminación de los recursos hídricos causados por el uso indiscriminado de plaguicidas y deforestación [3] [4]. Debido a su productividad estos bosques están expuestos a la transformación del ecosistema para enfocarlo en usos agrícolas, usos pecuarios, y la extracción de madera [3] [4].

Según el esquema de ordenamiento territorial y la oficina de planeación, en 2004 san Antonio del Tequendama contaba con un sistema ambiental en su zona rural que acumulaba un total de 8.334 Ha [6] divididas en:

- Área forestal protegida: incluye las zonas de amortiguación de los sectores de peñas blancas y el salto del tequendama con un aproximado de 2.382 Ha, es la más representativa con un total de 28,57% del área municipal [7].

- Los DMI (distritos de manejo integrado) son las áreas periféricas a 100 metros de algunos nacimientos, también hacen parte la ronda del río Bogotá y las rondas de ríos y quebradas a 30 metros a lado y lado, los DMI suman 1.195 Ha aproximadamente y representan el 14,33% área municipal [7].
- El aislamiento ambiental de vías abarcaba para el 2004 el 3,8% del área municipal con 317 Ha [7].
- Los distritos de conservación para la protección ecológica con 87Ha [7].
- El distrito de manejo integrado para las áreas de amenaza y riesgo con 203 Ha Distribuidas en Peñas Blancas y cerro Manjui [7].
- El área de reserva de los servicios públicos cuenta con casi 10 Ha ubicadas en la cabecera municipal, Santandercito y los centro poblados de Pueblo Nuevo y Padilla-Los Naranjos [7].
- El área de recreación ecoturística y parques ecológicos y arqueológicos de cusio y Chicaque cuentan con una extensión de 83 Ha [7].

2.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE BIODIVERSIDAD Y ESTIMADORES NO PARAMETRICOS

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizar las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro, en cada unidad geográfica, se encuentran un número de variables de comunidades entre ellos están los cambios de biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, por otra parte la separación de los componentes alfa, beta, gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas [8] [9].

Mediante el uso de los escarabajos coprófagos se calcularán métodos de medición de especies con el fin de comprender, monitorear y medir los cambios en los ecosistemas por efectos de las actividades humanas. La medición de diversidad se divide en tres componentes los cuales son diversidad alfa, beta y gamma, en cada una de estos se derivan varios métodos para medir la biodiversidad, para efectos del trabajo se empleará diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, sin necesidad de una evaluación del valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad [9].

A continuación, como se observa en la tabla 1 se relacionan los índices que conforman la diversidad alfa los cuales serán utilizados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1 Índices de biodiversidad

Índice	Clasificación	Ecuación	Explicación
Margalef	índice riqueza específica	$Dmg = \frac{S - 1}{Ln N}$	S = número de especies
			N = número total de individuos
Shannon	índice de equidad	$H' = -\sum \pi * Ln \pi$	El valor de importancia de todas las especies de muestreo además mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que una especie pertenezca a un individuo escogido al azar [9]
Simpson	índice de dominancia	$\lambda = \sum \pi^2$	Abundancia proporcional de la especie [9]
Pielou	Índice de Equidad	$H' \text{ max} = Ln (S)$	Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes [9]
Riqueza de especies	índice riqueza específica	S	El número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas [9]
Jaccard	Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas	$I_J = \frac{c}{a + b - c}$	a=número de especies que representa en el sitio a, b= número de especies que representa en el sitio b, c=número de especies que representa en ambos sitios a y b. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies [9] [10]

Fuente: Autores.

Cada uno de los índices mencionados en la tabla 1, son herramientas que miden la abundancia relativa de la especie, además permiten la identificación de especies ya sea por su abundancia o escasa representatividad. La identificación de un cambio en la diversidad ya sea por número de especies o distribución de la

abundancia de las especies de dominancia pueden ser alertas de procesos empobrecedores [9] [11] [12].

Por último, estos índices permiten conocer el número de especies que se encuentran en una determinada área para relacionar la variación de la diversidad con diferentes parámetros ambientales como la altura, cobertura vegetal, tipo de cebo o tiempo meteorológico para generación y facilidad de manipulación de datos.

Los estimadores no paramétricos se han empleado para diversas aplicaciones, entre ellas, estudios con macro invertebrados bentónicos, conejos, himenópteros, arañas en selvas, entre otros. Estos estimadores son una herramienta muy útil para saber si se requiere realizar un segundo estudio en una zona, aun cuando se obtenga una asíntota en la curva de acumulación de especies, e incluso pueden ser importantes en términos de costos, para reducir o aumentar la intensidad de muestreo [13]. Se implementan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se suelen usar en situaciones donde no se tienen datos del número de individuos en total, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie [14].

La utilización de alguno de estos estimadores no paramétricos se encuentra ligada a la naturaleza del estudio y la naturaleza del muestreo que se está realizando, también se encuentra ligado al resultado que quiera exponer el investigador, por ejemplo, se suele utilizar Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia [13], pero estos no son los únicos estimadores paramétricos que existen, también es común utilizar ACE, ICE, BOPSTRAP Y JACK 1&2 descritos en la Tabla 2 .

Tabla 2 Estimadores no paramétricos para la acumulación de especies

Estimador no paramétrico	Uso
ACE & ICE	El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra, el ICE utiliza especies encontradas en diez o menos muestras [15].
CHAO 1	Se basa en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra [13].
CHAO 2	estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras) [14].
JACK 1 & 2	considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras [14].
BOOTSTRAP	Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de

2.3 ESCARABAJOS COPRÓFAGOS

Los llamados escarabajos coprófagos o estercoleros, son uno de los grupos tropicales más característicos del Orden Coleóptera. Estos insectos pertenecen a la familia Scarabaeidae, para mayor detalle de la taxonomía del escarabajo coprófago, ver tabla 3. La denominación vernacular del grupo, se debe a que el ciclo de vida de la mayoría de las especies depende del excremento de los vertebrados principalmente de los mamíferos. En este sentido, los escarabajos coprófagos presentan notables adaptaciones morfológicas y fisiológicas ya que pueden detectar, remover, trasladar o enterrar su alimento [16] [17].

Esta familia de escarabajos es muy importante para los ecosistemas ya que tienen un amplio espectro de respuesta, de acuerdo a los cambios ambientales o perturbaciones a las que estén expuestos como, por ejemplo, el cambio de la cobertura vegetal, disponibilidad de excremento ó las condiciones del suelo. Debido a que tienen altos índices de porcentajes de representatividad, facilitan la realización de muestreos y estandarización de los insectos además son económicos, prácticos y de poco tiempo para obtener los resultados [4].

Tabla 3 Taxonomía

Clasificación Científica	Nombre Común: escarabajos coprófagos
Clase: <i>Insecta</i>	
Orden: <i>Coleoptera</i>	
Superfamilia: <i>Scarabaeoidea</i>	
Familia: <i>Scarabaeidae</i>	
Subfamilia: <i>Scarabaeinae</i>	
(<i>especimen del género Ontherus</i>)	

Fuente: Autores

Además de esto, los escarabajos cumplen con otra función muy importante en cuanto al suelo gracias a que ellos reincorporan los nutrientes, ayudan a la dispersión de semillas, fertilidad y aireación al suelo, en cuanto a su distribución geográfica son amplias, abundantes y comunes en varios países por esto son utilizados como herramienta para correlacionarla con otro grupo de especies (mamíferos, vertebrados) donde la fauna se encuentre afectada [16] [18].

2.4 FUNCION DE LOS ESCARABAJOS COPROFAGOS EN LOS ECOSISTEMAS Y SU USO COMO BIOINDICADORES

A través de diferentes estudios se ha identificado y demostrado la importancia de la contribución de las comunidades de escarabajos coprófagos a los ecosistemas y los servicios ambientales que estos son capaces de proveer en distintos campos, por ejemplo en la ganadería , se desarrolló un modelo de simulación basado en la dinámica y degradación de estiércol en las que intervienen dichas comunidades en la productividad ganadera en los trópicos, al enterrar el estiércol de los animales no solo limpia las áreas , sino que también recircula los nutrientes al suelo entre ellos el nitrógeno que es utilizado como fertilizante ahorrando costos de producción alrededor de 140 millones de dólares anuales a nivel estatal en las praderas de Veracruz (México) [19], también se demostró que los escarabajos realizan la función de control natural de los parásitos intestinales presentes en el estiércol del ganado, principalmente en los caballos, ovejas y cabras , debido a que las acciones del escarabajo coprófago de secar y enterrar el estiércol mata los huevos y las larvas de los gusanos intestinales y reduce así las tasas de reinfección del ganado [20] [21].

Otra de las interacciones que tienen estos escarabajos con el medio ambiente es la capacidad de dispersar semillas, estos pueden mover las semillas que están mezcladas con las heces, lo pueden hacer tanto de manera vertical como de manera horizontal, al hacer esto disminuye la probabilidad de que dichas semillas sean encontradas y devoradas por animales como hormigas o roedores, lo que favorece al establecimiento de la plántula [22], se ha estimado que los escarabajos entierran entre el 5% y 80% de las semillas de presentes en los excrementos [23] se han calculado porcentajes de hasta un 71% de semillas enterradas en bosques tropicales secos, esto es tamaños de semillas pequeñas, las cuales no son removidas por los escarabajos, ya que para ellos las semillas grandes pueden ser tratadas como “contaminantes” del excremento, por lo tanto, a menor tamaño de la semilla, mayor será la probabilidad de que esta sea enterrada junto con el excremento [24].

Los escarabajos además de proveer servicios ecosistemicos, pueden servir como indicadores de la integridad de ecosistemas, los escarabajos coprófagos se han convertido en un grupo objetivo para la realización de estudios de distribución, la riqueza y abundancia, como señal del éxito de la restauración de bosques tropicales [25] además se plantea la posibilidad de recuperar la diversidad de un ecosistema afectado.

Este tipo de bioindicadores es comúnmente utilizado en los agroecosistemas ya que pueden sugerirse como especies indicadoras de diferentes zonas, por ejemplo, en indonesia son característicos de hábitats fríos y sombreados para zonas forestales y cultivos de cacao [26]. Por otra parte se realizó otro estudio en las Guayanas en el cual demostraron que los escarabajo son indicadores

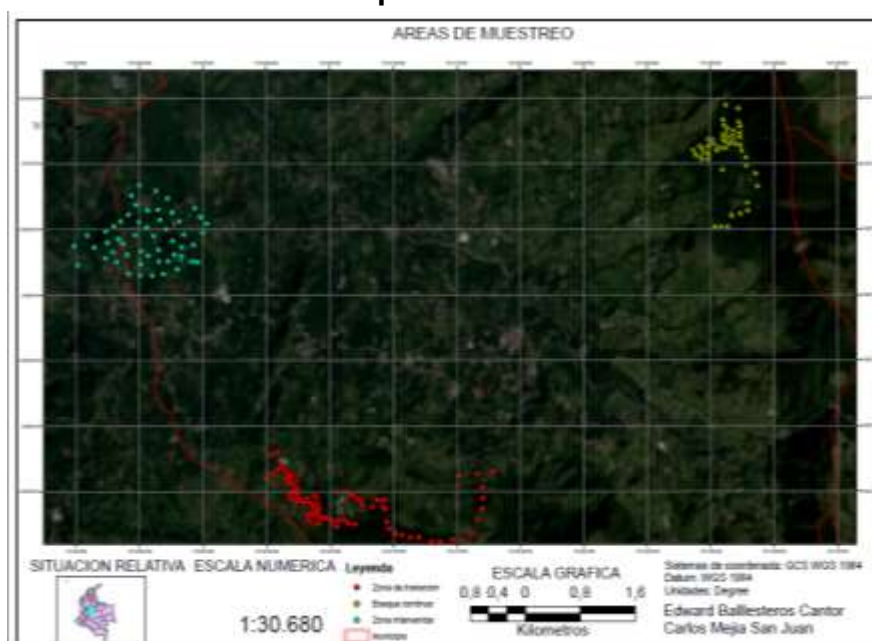
altamente sensibles a las presiones antropogénicas en hábitats de poca densidad, sus hallazgos demostraron que se pueden utilizar como grupo taxonómico en estudios a corto plazo para monitorear las alteraciones en los bosques de producción [27], la mayoría de estos estudios concluyen en que los escarabajos son indicadores sensibles a la presión, y además recomiendan el uso de indicadores múltiples para monitorear los cambios potenciales en la composición de los ecosistemas.

3 METODOLOGIA

DETERMINACION DE AREAS, RECOLECCIÓN Y CONSERVACION DE ESPECIMENES.

Para la determinación de las zonas de estudio se plantearon 3 áreas con un cambio altitudinal comparando las condiciones entre ellas, para ello se utilizó la herramienta de Google earth con el fin de encontrar en el municipio de San Antonio del tequendama zonas óptimas para el muestreo. En la tabla 4 se presenta el nombre, la descripción y las zonas altitudinales que corresponde a las áreas de muestreo. A partir de la identificación se realizó una visita de campo para corroborar que las áreas identificadas con la herramienta fueran semejantes a las áreas esperadas para la ejecución del proyecto. Posteriormente se realizó recolección de datos geográficos para las trampas instaladas para cada área correspondiente como se observa en la ilustración 1, para ver con detalle ver el anexo (1)

Ilustración 1 Mapa de zonas de muestreo



Fuente: Autores

Tabla 4 Descripción de áreas muestreadas en San Antonio del Tequendama.

Área	Descripción	Zonas altitudinales de muestreo (m.s.n.m)	
		Mínima	Máxima
Bosque continuo	En esta área se encuentra flora y fauna nativa dela región con poca intervención humana. Está ubicada en las zonas altas y escarpadas del municipio, en los picos de los cerros que están interconectados en zonas con extensiones relativamente grandes.	1936	2293
Zona de transición	Esta área presenta una combinación de fragmentos pequeños de bosque, bosques de galería en los márgenes de los ríos y zonas de uso agropecuario.	1196	1249
Zona intervenida	Esta es la zona más baja del estudio en donde el porcentaje de las pendientes es menor y por lo tanto en donde las actividades agropecuarias han causado una deforestación completa.	2099	2358

Fuente: Autores

La instalación de las trampas se realizó siguiente manera, dos fases, un muestreo inicial y otro a los dos meses, para cada fase se planteó que, para 2 áreas de muestreo (Bosque continuo y zona intervenida) cada área tendrá 3 transectos de 3 kilómetros cada una con 10 trampas por transecto con intercalación de cebo (humano/vaca) para un total de 30 por cada área de muestreo. Para la zona de transición se planteó 6 transectos cada uno de 10 trampas por transecto con la intercalación de cebo (Humano/vaca) para un total de 60 trampas.

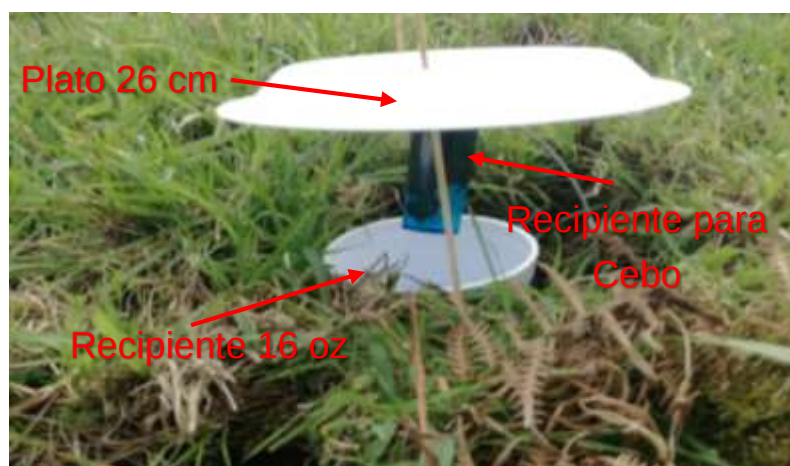
En total se instalaron 240 trampas, cada trampa se intercalo el tipo de cebo (humano/vaca) con el fin de encontrar el efecto de estos sobre las especies. Adicionalmente los transectos fueron diferentes con el fin de comparar las zonas como por ejemplo estados de bosque, pisos altitudinales y a su vez encontrar un género común que facilite la identificación de la calidad de los ecosistemas, según la literatura para garantizar el buen registro de especies se sugiere colocar entre 50 a 70 trampas en total, realizar muestreos cada 48 a 72 horas, tener 10 trampas por transectos o recorrido y estos recorridos deben ser entre 5 a 10 Km [28],aplicado al trabajo de campo se cumple con las condiciones recomendadas por los autores agregando 3 transectos de 3Km en áreas similares con el fin de cumplir los recorridos propuestos por estos.

El tipo de trampa que se utilizó para el muestreo de los escarabajos coprófagos es de caída o Pitfall, este método es el más usado debido a que permite la

recolección en poco tiempo puesto que este proceso se encuentra sobre las 48 horas. Mediante este método se pueden identificar atributos como la diversidad, número de especies (riqueza), número de individuos (abundancia) y composición de especies.

Esta trampa consiste en utilizar un plato de Polietileno expandido de 26 centímetros de diámetro y un contenedor del mismo material de 16 onzas el cual será enterrado al suelo a unos 15 centímetros, en el interior del vaso se colocara agua con jabón, cuya función romper la tensión superficial del agua e impedir que los escarabajos salgan del recipiente, el tipo de cebo a usar para este tipo de trampa es excremento (Humano/vaca), el cebo se ubica en la parte superior del embudo en un recipiente pequeño la cual será sostenida por alambres con el fin de evitar la deshidratación e inundación del cebo y las distancias de estas trampas como mínimo son de 30 m hasta unos 200 metros. El montaje de la trampa utilizada se puede observar lustración 2 [11] [16] [17] [29].

Ilustración 2 Trampa de caída



Fuente: Autores

Una vez recolectados los escarabajos coprófagos se conservan en una bolsa con cierre hermético debidamente rotulada (zona, transecto, coordenadas y trampa) con suficiente alcohol al 70% para evitar su descomposición, posteriormente se llevaron al laboratorio donde su estudio se dividió en tres fases:

- i. Para la limpieza y preparación, los especímenes de cada muestra se limpian bajo un estereoscopio con un pincel y alcohol (70%). Esto debe hacerse en el menor tiempo posible, la adecuada conservación en campo y la limpieza final en el laboratorio con el fin de facilitar el trabajo de determinación de especies; es de suma importancia la limpieza de patas y de la zona ventral donde las setas corporales pueden acumular tierra u otros residuos. Después de limpiar, los especímenes se dejan secar 24 horas la muestra está lista para su determinación.

- ii. En esta fase se busca la determinación taxonómica, esta fase se basa inicialmente en usar la clave de géneros se utilizaron (clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos de Colombia) y el listado de especies por la guía de escarabajos coprófagos del eje cafetero, así como la clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos.
- iii. Se realiza montaje en alfiler o sobre semipermeables de colección agregando una etiqueta donde se menciona clase, orden, Superfamilia, familia, género, coordenadas geográficas, tipo de cebo, fecha y zona en la que se encontró. [11] [16] [17] [29]

2.5 ANALISIS DE DATOS.

A partir de la recolección de especímenes se procedió a elaborar una tabla de géneros con los datos obtenidos en la identificación de especímenes, fechas, tipo de cebo, transectos, elevación (ver anexo 2) y a su vez se planteó identificar los especímenes hasta género, además se realizó la caracterización y comparación de variables de respuesta entre factores (pisos altitudinales, tipos de cebo, áreas nativas) [17] [18] [29].

Posteriormente se procedió al cálculo de los índices de equidad de Pielou y Shannon, índice de dominancia de Simpson, índices de diversidad de Margalef, índice de similitud de Jaccard, la generación de los valores de cada índice mencionado anteriormente, se realizó de la siguiente manera una sumatoria del número de individuos capturados de cada género para cada tipo de área con el fin de ver anomalías entre las diferentes áreas por ejemplo si se registra mayor el índice de diversidad en el bosque continuo respecto al área de zona intervenida. El índice de Jaccard permite identificar si entre las 3 áreas de estudio se presenta similitud o desigualdad entre ellas, por medio de presencia o ausencia de géneros este indicador es de gran importancia ya que se puede comparar las condiciones en que se encuentra cada una de ellas. Se buscaron géneros de escarabajos que han sido reportados por la literatura como indicadores del estado del ecosistema.

Este es el caso de las especies *Cryptocanthon altus* y *Canthon politus* son especies que se encuentran en grandes altitudes y son indicadores de buena calidad en los ecosistemas [17] [30]. Por otra parte, especies como *Canthon lituratus*, *C. mutabilis*, *Dichotomius agenor*, *Onthophagus marginicollis*, *Pseudocanthon perplexus* y *Digintonthophagus gazella* se pueden encontrar en zonas perturbadas por preferencia a excrementos de ganadería, cerdo o asno [8] [17] [30] [31].

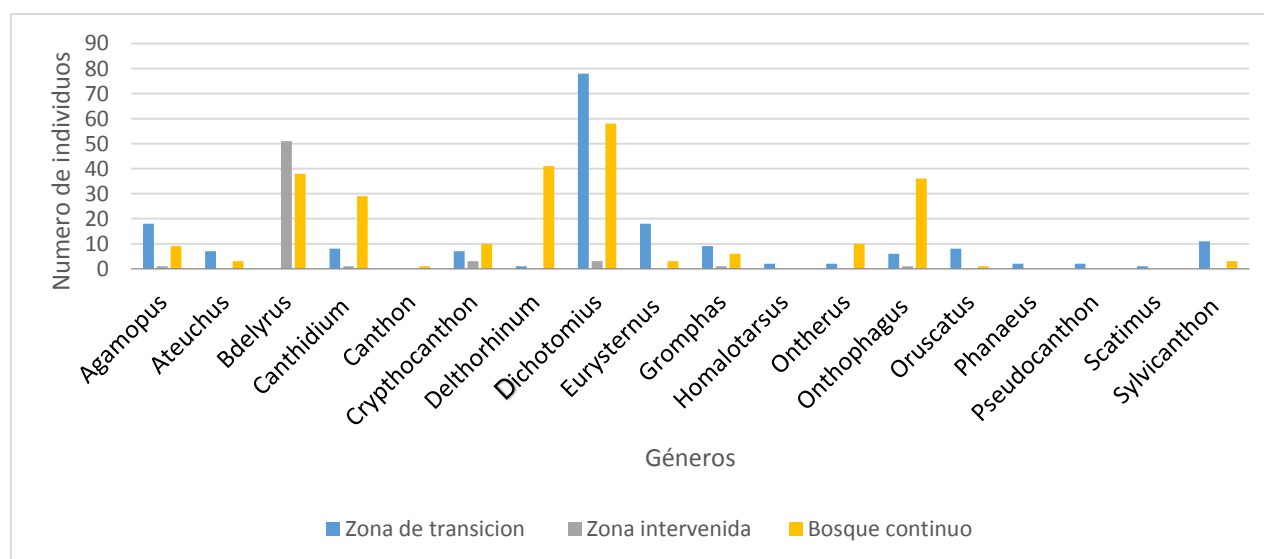
Para establecer la representatividad del muestreo se utilizarán curvas de acumulación de especies por medio de valores no paramétricos(ver tabla 2) por el software Estimates y el software Past la cual es una herramienta que ayuda a determinar los índices de similitud, riqueza, dominancia, abundancia (ver tabla 1) a partir de los números de individuos identificados de cada género con el fin de encontrar un valor de cada índice para cada área para la comparación de zonas, para cuantificar zonas se empleara el coeficientes de Jaccard con el fin de determinar si existen zonas homogéneas a partir de una comparación de un bosque continuo en buen estado respecto a las otras tres áreas del estudio por medio de los géneros encontrados con el fin de identificar si existen zonas en buena calidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza, abundancia y diversidad

Durante el presente trabajo se revisaron un total de 240 trampas en las cuales recolectaron un total de 524 especímenes distribuidos en 18 géneros (gráfica 1). El mayor número de géneros que se registró fue en la zona de transición, donde se registraron 17 géneros para un total de 184 individuos, seguido por la zona de bosque continuo donde se encontraron 16 géneros para un total de 109 individuos, por último, las zonas intervenidas se encontraron tan solo con 7 géneros para un total de 89 individuos.

Gráfica 1 Número de individuos de cada



Fuente: autores

En la tabla 5 se puede identificar la representatividad de todas las especies identificadas en cada área realizadas del muestreo, de los 19 géneros,

(*Agamopus*, *Canthidium*, *Dichotomius* y *Gromphas*) se encuentran presentes en las tres áreas de muestreo. *Dichotomius* fue el género que más representatividad tuvo en todo el muestreo con un total de 26.6% seguido de *Bdelyrus* con un total de 17%.

Tabla 5 Número y representatividad porcentual de los géneros de escarabajos coprófagos capturados por área de muestreo en San Antonio del Tequendama

Familia	Género	Bosque Continuo	Zona de transición	Zona Intervenida	Total del estudio	Número de individuos
Scarabaidae	Agamopus	3,59%	9,78%	1,12%	5,30%	28
	Ateuchus	1,20%			1,90%	10
	Bdelyrus	16,33%		53,93%	17,00%	89
	Canthidium	11,55%	4,35%	1,12%	7,30%	38
	Canthon	0,40%		0,00%	0,20%	1
	Cryptocanthon	3,98%		3,37%	3,80%	20
	Delthorhinum	16,33%	0,54%		8,00%	42
	Dichotomius	23,11%	42,39%	3,37%	26,50%	139
	Eurysternus	1,20%	9,78%		4,00%	21
	Gromphas	2,39%	4,89%	1,12%	3,10%	16
	Homalotarsus		1,09%		0,40%	2
	Ontherus	3,98%	1,09%		2,30%	12
	Onthophagus	14,34%	3,26%	1,12%	8,20%	43
	Oruscatus	0,40%	4,35%		1,70%	9
	Sylvicanthon	1,20%	5,98%		2,70%	14
	Phanaeus		1,09%		0,40%	2
	Pseudocanthon				0,40%	2
	Scatimus		0,54%		0,20%	1
Total		100%	100%	100%	100%	524

Fuente: Autores

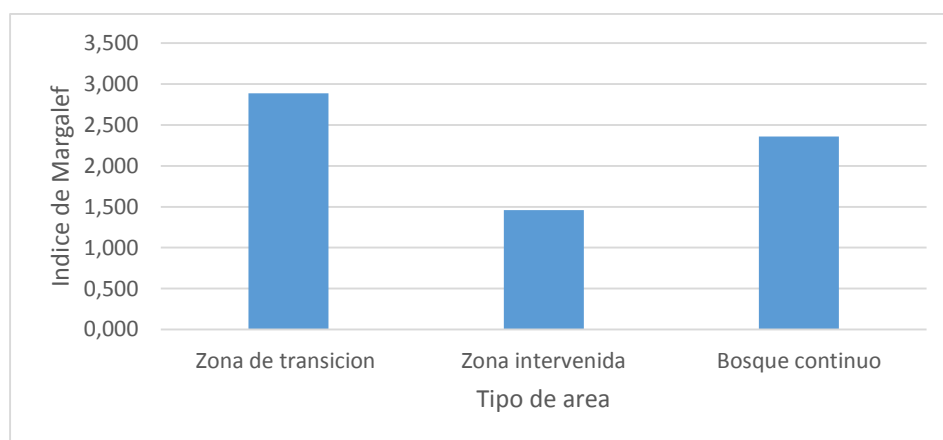
Uno de los géneros con mayor presencia de individuos en todas áreas fue el género *Dichotomius* como se observa en la gráfica 1 ,lo que concuerda con diferentes autores al afirmar que este género ,característico de la comunidad de

escarabajos del neotrópico es uno de los más diversos, comunes y abundantes, lo componen alrededor de 159 especies todas ellas en américa , mientras que otros géneros como el *Canthon*, *Phanaeus* , o *Pseudocanthon* son exclusivos para otro tipo de área en específico , según los estudios se determina que estos pueden ser usados como bioindicadores , por ejemplo *Canthon* es un indicador de buena calidad el ecosistema ya que solo habitan en bosques continuos [32] [17] [30] [31].

RIQUEZA ESPECÍFICA

El índice de Margalef permite estimar la biodiversidad de una comunidad con base en el número de individuos de diferentes géneros, como se puede observar en la gráfica 2, se calculó el índice de diversidad de para las 3 zonas de estudio, los mayores índices registrados fueron en las zonas de transición y bosque continuo con valores de 2,9 y 2,4 los cuales hacen que las zonas sean de mediana diversidad mientras la zona intervenida tiene como valor 1,4 lo cual hace que esta zona se presente menor diversidad. Algunos autores explican que si el indicador es inferior a 2 se considera zonas de baja diversidad y valores superiores a 5 se consideran zonas de alta diversidades [33] .

Gráfica 2 Índice de Margalef



Fuente: Autores

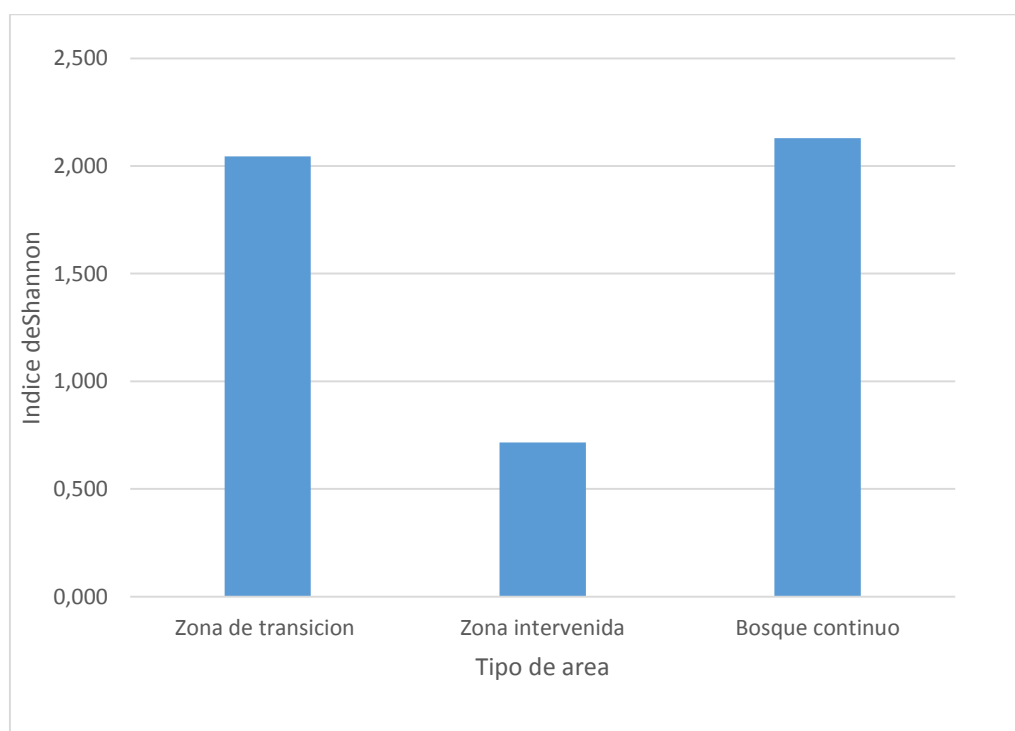
Como era de esperarse, de acuerdo a estudios de autores como Arellano, Halffter y Klein las zonas con más baja riqueza en el número de individuos son las zonas intervenidas, ellos indican que áreas intervenidas representan una barrera para el tránsito de algunas poblaciones de escarabajos, esto influye directamente en la composición de las poblaciones de algunas especies, afectando el número de individuos debido a la reducción y fragmentación de su habitat. Siguiendo esta dinámica, también sugieren que las zonas sin intervención como bosques o reservas deberían ser lugares donde se encuentre la mayor diversidad [34] [35]. Los resultados de este estudio difieren de la última idea expuesta, puesto que el área de mayor biodiversidad es la zona de transición esto puede darse por diferentes factores, al ser un área de transición entre una zona ganadera y el

bosque continuo, la disponibilidad de heces y áreas aptas para su habitad serán mayores lo que favorece el desarrollo de diferentes comunidades de escarabajos en la zona.

ABUNDANCIA PROPORCIONAL

Como se puede observar en la gráfica 3, las zonas de estudio que mostraron mayor índice de equidad durante el muestreo de acuerdo con el índice de Shannon fueron la zona de transición 2,044 y el bosque continuo con un valor de 2,13, estos valores indican que el número de especies presentes y su abundancia son relativos, puede tratarse como un índice de homogeneidad entre estas dos áreas de muestreo lo que hace que los géneros presentes en sean igualmente abundantes [36]. Al igual que la riqueza específica, al encontrarse en zonas de transición la oferta de las heces y de zonas aptas para el desarrollo de las actividades de los escarabajos hacen que estas dos zonas tengan una riqueza y una abundancia más altas que la otra zona de muestreo.

Gráfica 3 Índice de Shannon



Fuente: Autores

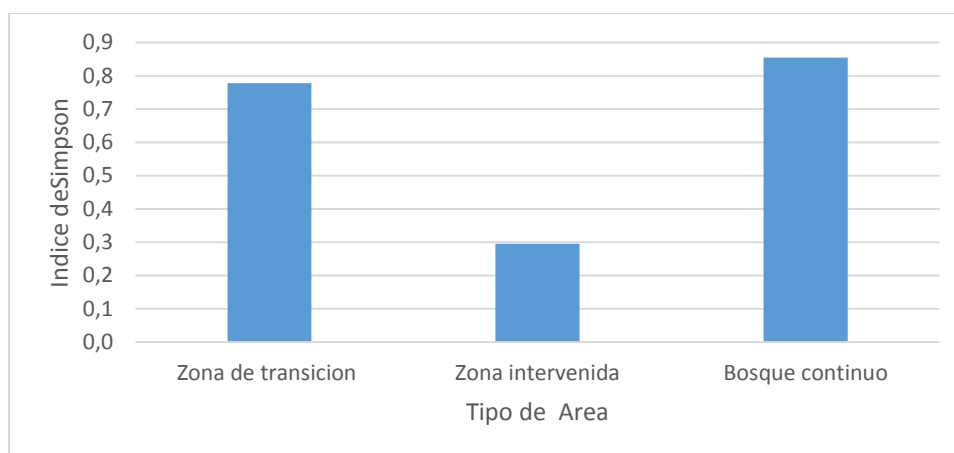
Por otra parte, la zona intervenida tiene un valor de 0,716 lo cual nos indica que presenta poca equidad respecto las dos áreas, esto se puede verificar con el inventario de especímenes *ver anexo 2*. Este bajo valor es debido a diferencias en la abundancia proporcional de las especies. Existen estudios que sugieren que no necesariamente una zona con baja riqueza específica sea una zona con baja equidad, un ejemplo de ello es un estudio realizado en Chiapas (México) donde en

un bosque de pino encontraron la menor riqueza específica de escarabajos del estudio, pero la mayor equidad de todas las zonas de muestreo [37], este estudio difiere por las características del área estudiada donde se evidenció la dificultad en el desarrollo de las comunidades esto hace que tenga los menores valores de riqueza y abundancia.

DOMINANCIA

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Según la gráfica 4 podemos observar que, los bosques continuos tienen el mayor número en el índice de Simpson, se observó que al ser una zona sin mayor grado de intervención y tener áreas de densa cobertura vegetal, favorece a la dominancia de especies características a esta zona [38]. La dominancia del valor de la zona de transición donde se observó la segunda mayor abundancia de géneros es debida a la preferencia por el excremento de ganado, recurso que se encuentra disponible en esta zona por la presencia de áreas ganaderas [39].

Gráfica 4 Índice de Simpson



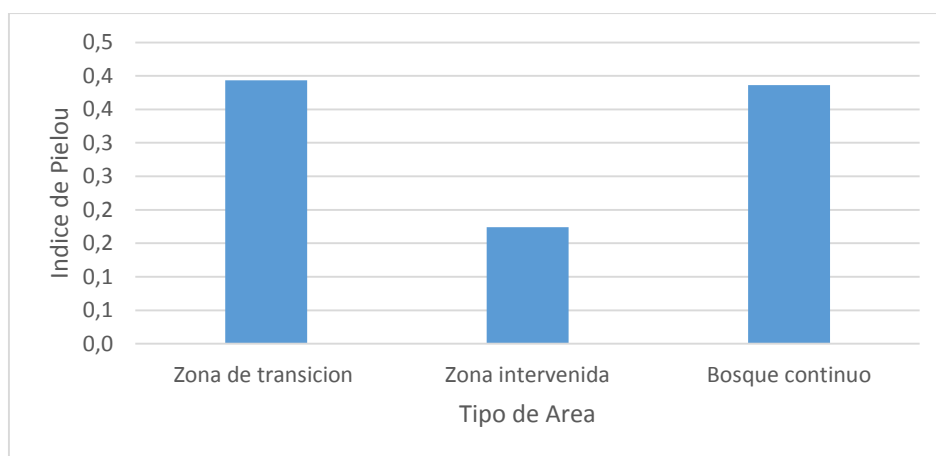
Fuente: Autores

Por último, el área de menor índice de dominancia es la zona de transición tiene un valor de 0,295 a causa de que se evidenció la presencia de depredadores de los escarabajos en la zona y solo se presentan 7 géneros de los 18 géneros encontrados en todo el muestreo esto influye de gran manera en el índice bajo de esta zona.

DIVERSIDAD ESPECIES

El índice de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Como se observa en la gráfica 5 se identifica que en la zona de bosque continuo y zona de transición tienen un valor de 0,39 y 0,39. Factores como los recursos alimenticios (excretas de vertebrados, frutos y restos de animales en descomposición), condiciones edáficas de textura firme son favorables para la fauna coprófaga, conllevan a un aumento de la riqueza y diversidad en esta área. La mayor riqueza de cavadores se ve favorecida por las características del suelo que facilita el establecimiento de nido, lo que facilita que las especies entierren el alimento más rápidamente [40]. Además, la gran cobertura arbórea en las zonas muestreadas evita la desecación en el interior de los nidos y mantienen las condiciones de humedad óptima para la presencia de escarabajos coprófagos cavadores [41]

Gráfica 5 Índice de Pielou



Fuente: Autores

En la zona intervenida se esperaba una menor diversidad ya que tiene un valor de 0,174 esto se debe a que esta área está siendo afectada por actividades humanas, además de esto, se presentaron problemas de depredación con las trampas por mamíferos o grandes colonias de hormigas las cuales dañaron las trampas. Algunos himenópteros se han identificado como depredadores de los escarabajos coprófagos [42]. Al comparar los géneros entre áreas se presenta una equidad de especies inferior a la mitad dado que algunos géneros solo se encuentran en ciertas áreas un ejemplo de ello es género *Canthon* que se encuentra en la zona de bosque continuo por otro lado los géneros *Homalotarus*, *Phaneus*, *Pseudocanthon* y *Scatimus* solo se encontraron en la zona de transición.

SIMILITUD DE ESPECIES

El índice de Jaccard permite identificar si en dos áreas hay géneros compartidos, donde 0 representa que no hay géneros compartidos y 1 cuando los dos sitios tienen todos los géneros en común. Como se observa en la tabla 6, las áreas que comparten algunos géneros entre áreas son bosque continuo y zona de transición con un valor de 0,667 algunos géneros que comparten estas áreas son *Agamopus*, *Ateuchus*, *Cryptocanthos*, *Dichotomius*, *Sylvicanthon* esto se debe a que en la zona de transición presenta fragmentos de bosque lo cual hace que existe mayor interacción entre individuos por mayor número de recursos alimenticios en el lugar. Otras áreas que comparten géneros son la zona de bosque continuo y zona intervenida con un valor de 0,5 algunos géneros que comparten estas zonas son *Bdelyrus*, *Dichotomius*, *Gromphas* entre otros.

Tabla 6 Índice de Jaccard

	Zona de transición	Zona intervenida	Bosque continuo
Zona de transición	1	0,353	0,667
Zona intervenida	0,353	1	0,5
Bosque continuo	0,667	0,5	1

Fuente: Autores.

También existen áreas donde no hay gran diversidad de géneros en común como son la zona de transición y la zona intervenida con un valor de 0,353 el género que se comparte entre estas zonas es *Agamopus*, *Onthopagus*, *Canthidium* este valor se ve reflejado por similitud en el número de individuos encontrados, otros género en menor abundancia es *Bdelyrus* esto es debido a que las dos áreas de estudio son muy diferentes en cuanto a cobertura vegetal, tipos de actividad humana y la ausencia de animales ganaderos haciendo que los recursos alimenticios sean escasos, mientras áreas como Zona de transición y bosque continuo se identifica que existe una gran homogeneidad de áreas, disponibilidad de recursos la cual hacen que existan grandes especies en común [39].

ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Se calcularon los estimadores no paramétricos para cada zona de muestreo, como lo muestra la tabla 7, se comparó cada estimador calculado con las especies

encontradas entre más se acerque el valor estimado al valor observado más alto y significativo será el esfuerzo maestral

Tabla 7 estimadores no paramétricos.

Estimadores no paramétricos	Especies estimadas			Especies observadas		
	Bosque continuo	Zona de transición	Zona intervenida	Bosque Continuo	Zona de Transición	Zona Intervenida
ACE	15,17	18,02	13,22	14	17	7
ICE	15,09	18,6	25,17			
Chao1	15	17,2	12,9			
Chao2	14,98	17,6	16,83			
Jack 1	15,97	21,97	11,92			
Jack 2	17,9	19,02	16,75			
Bootstrap	14,93	18,66	8,87			

Fuente: Autores

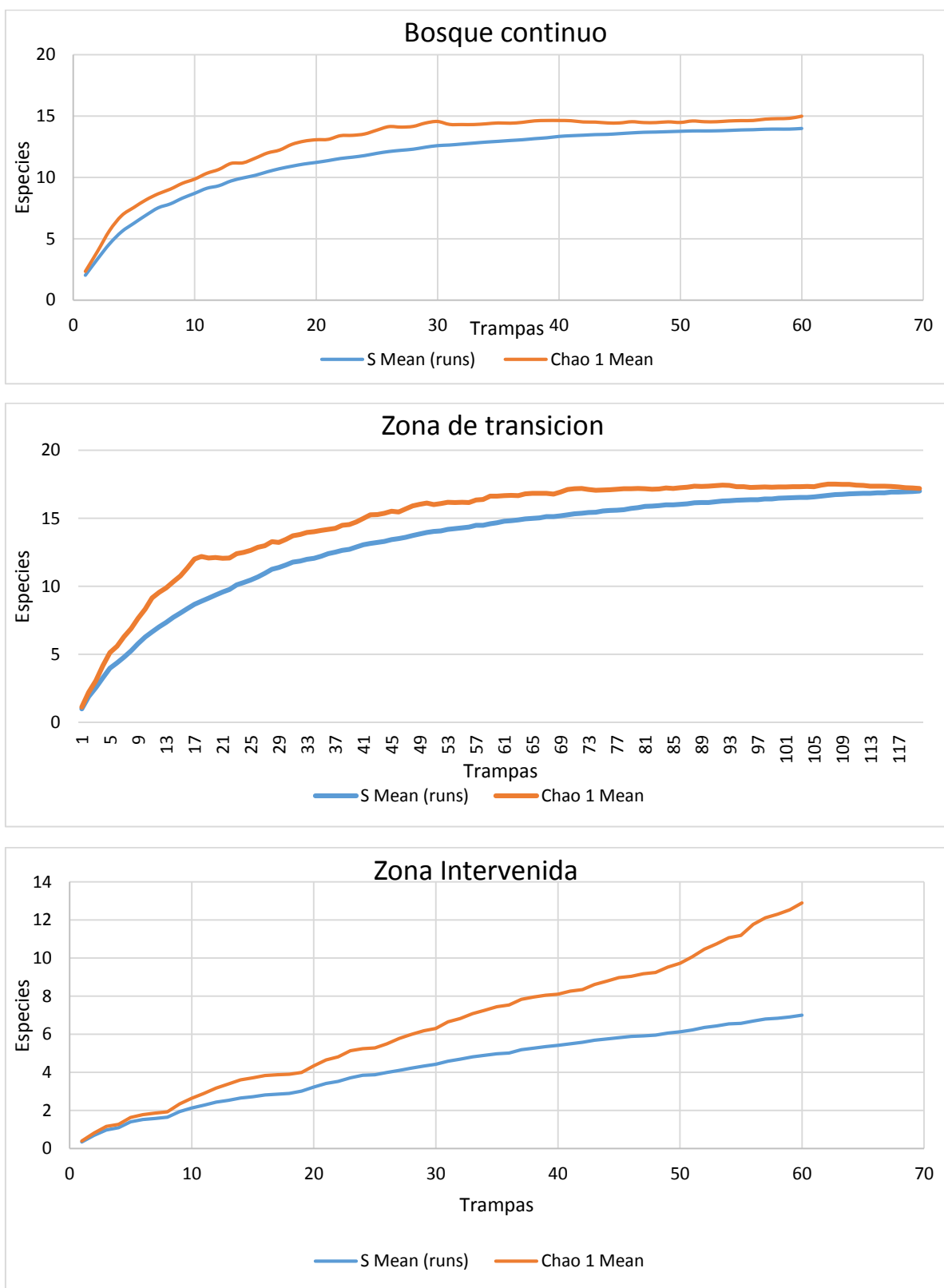
Hay que tener en cuenta que estimadores como CHAO 2, ICE, JACK1 & 2 y BOOTSTRAP se utilizan solo cuando se dispone de datos de Presencia-Ausencia y que estimadores como CHAO 1, ACE y COLE son estimadores que se utilizan cuando se obtiene datos de abundancia [14]. Por esta razón se escogió CHAO1 para la elaboración de las gráficas de distribución de especies por ser el más representativo según el informe de los métodos de análisis de datos del instituto Humboldt [14]. Podemos observar que en la zona de estudio del bosque continuo y la zona de transición se evidencia un acercamiento hacia la asíntota, esto es un indicador que el esfuerzo muestra que se aplico fue optimo, es decir que así se siguieran colocando trampas, solo aumentarían el número de individuos mas no el número de géneros, por otra parte el área identificada como la zona intervenida no presenta un acercamiento entre las dos curvas como se puede observar en la gráfica 6, esto puede darse por diferentes motivos por ejemplo en esta área se presentaron alteraciones en algunas trampas por parte de roedores y hormigas como lo evidencia la ilustración 3

Ilustración 3 Trampa dañada por roedores y hormigas



Fuente: Autores

Gráfica 6 Acumulación de especies por área de estudio



Fuente: Autores

PREFERENCIA DE CEBO

Para las 240 trampas colocadas en el desarrollo de este estudio se evidencia que los escarabajos coprófagos tienen mayor preferencia por el cebo de heces humanas de un 59% mientras que el cebo de vaca tiene preferencia de 41%. Este porcentaje se puede explicar a manera de que en los fragmentos de bosque se presenta zonas de ganadería los escarabajos prefieren este excremento que el excremento humano, según algunos estudios la atracción del cebo humano es debido a que tiene un amplio espectro, lo cual permite la captura de los escarabajos coprófagos especialistas, como aquellos que se alimentan de carroña y otros recursos, además es posible que los escarabajos detecten compuestos nitrogenados que hacen que las heces humanas sean mucho más atractivas para ellos, dichos compuestos son requeridos por los adultos para el periodo de maduración sexual, etapa en la cual finalizan el desarrollo del sistema muscular y las hembras terminan la maduración de los huevos. [42] [40] [43] [44]

Se logró identificar 18 géneros que hacen parte de la familia *Scarabaeidae* La cual se caracteriza por tener una dieta a base de excrementos, En la gráfica 7, se identifica cual es el cebo que prefieren cada género uno de ellos, aquí se pueden identificar varios tipos de contrastes, por ejemplo, se capturaron géneros los cuales tienen preferencia por ambos cebos en igual proporción como lo es el *Dichotomius*, *Onthophagus*, *Sylvicanthon*, así mismo se capturaron otros que tienen una tendencia marcada por preferir un cebo por encima del otro, por ejemplo la familia *Carabidae* para el cebo de vaca y *Delthorhium* para cebo humano.

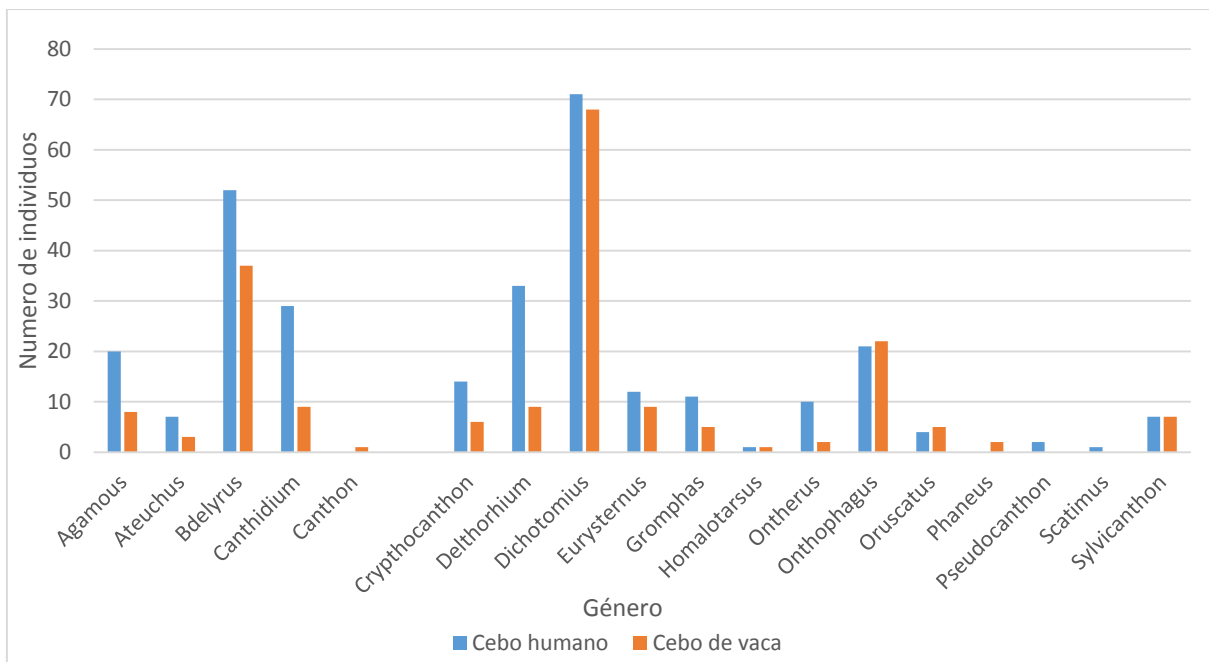
A partir de la identificación de los 18 géneros de la familia *Scarabidae* y la familia *Carabidae* en todo el trabajo se analizó si existe alguna diferencia entre el uso de los dos tipos de cebos o por el contrario se presenta una gran similitud el cual nos da indicios de que el uso de los dos cebos no es necesario por lo cual se realizó el índice de similitud tabla 8. Se analizó que hay una gran similitud entre los dos tipos de cebo ya que sus valores se aproximan a 1, lo cual nos permite interpretar a partir de esta tabla que no es necesario el uso de diferentes tipos de cebo sin embargo al ver la gráfica 7 se identifica que algunos géneros tienen preferencia de cebo.

Tabla 8 Índice de similitud entre tipos de cebo

Cebo	Humano	Vaca
Humano	1	0,75
Vaca	0,75	1

Fuente: Autores

Gráfica 7 Número de individuos encontrados por tipo de cebo en todas las zonas de muestreo.



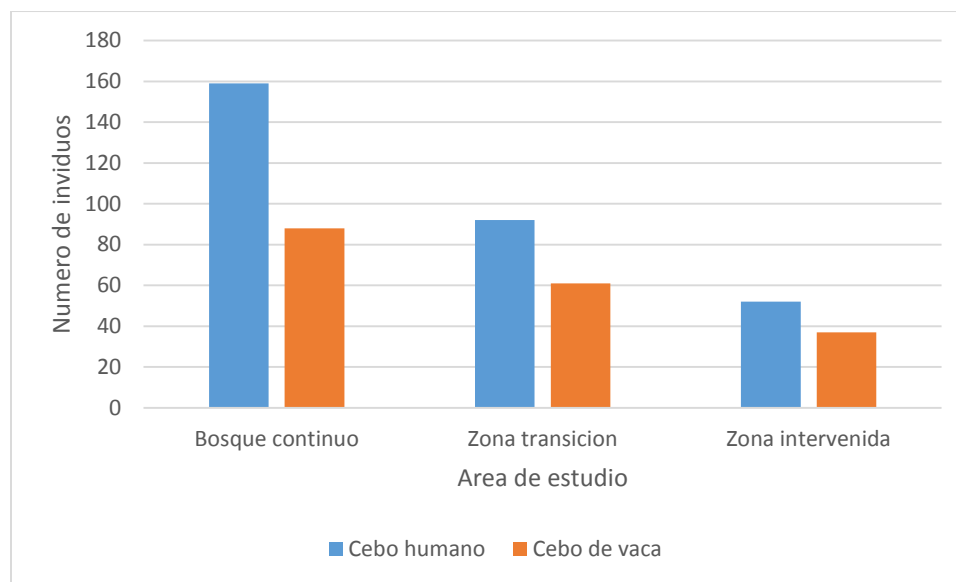
Fuente: Autores.

Como se observa en la gráfica 8, en el bosque continuo y zona intervenida se evidencia mayor número de individuos atraídos por el cebo humano esto se debe que este tipo de excremento contiene compuestos derivados de nitrógeno y fosforo, lo que lo hace más atractivo [45] .

En la zona intervenida se presentó el menor número de individuos en todo el mes esto se debe a que en cierta zona realiza la fumigación para el control de plagas y vectores. Por las fuertes precipitaciones de ese mes hacen que los escarabajos no se presentaron.

Se evidencio que en la zona de bosque continuo es donde se capturo el mayor número de individuos, además los especímenes prefirieron más el cebo humano que el cebo de vaca, a su vez la zona de transición no tiene preferencia con el cebo de vaca y el cebo humano esto se debe a que había presencia de ganadería lo cual los escarabajos se sienten atraídos por él. Mientras que la zona intervenida fue donde menos especímenes se capturaron sin embargo existe una leve preferencia por el cebo humano.

Gráfica 8 Número de individuos encontrados por tipo de cebo respecto a las zonas del muestreo



Fuente: Autores.

En el anexo 1, se puede evidenciar los 3 tipos de área de estudio en dos diferentes tiempos de recolección comparando los tipos de cebo que se usaron, con el fin de determinar que preferencia tienen los escarabajos coprófagos a la hora de su recolección, además de eso también permite observar las áreas y los meses de mayor recolección en este caso fueron en el bosque continuo en los meses 1 y 2. Cabe resaltar que en la zona intervenida fue el lugar donde las trampas se vieron más afectadas por roedores y hormigas, en cuanto a la zona de transición se aprecia que existe una ligera diferencia entre los tipos de heces lo cual puede ser sinónimo de que al existir presencia de vacas en la zona las heces humanas sean un nuevo alimento lo cual se sientan más atraídos por ellas.

El total de individuos capturados estuvo de acorde a lo registrado por otros autores en Colombia donde la media se encuentra alrededor de los 250 individuos, este trabajo reafirma en gran medida lo expuesto en un estudio realizado en el norte del Tolima en un bosque seco donde se identificó la reducción del número de especies de acuerdo al nivel de intervención allí, el número de especies disminuía en la transición de bosque a zonas intervenidas por ganadería, hay que tener en cuenta que esta premisa no es aplicable para todos los ecosistemas, puesto que a comparación de estos dos estudios, una investigación realizada en bosques de galería de los llanos orientales en Colombia, determino mediante muestreos en 3 zonas diferentes del bosque, con tres grados de intervención, esta vez en años (1,5,50) que la relación de los escarabajos la calidad ambiental es contraria, la

mayor diversidad se presentó en la sección de bosque con 5 años de intervención, lo que ellos llamaron estado intermedio [46] [47] [48] [49].

Adicionalmente también estuvo acorde al número de especies encontradas, por ejemplo en un estudio que se realizó en el parque nacional los estoraques se encontraron 19 especies, de las cuales 3 de ellas eran coprófagos [50]

DISTRIBUCIÓN DE INDIVIDUOS DE ACUERDO A LA ALTURA

Al momento del muestreo registraron las siguientes alturas, tanto la máxima, como la mínima para las zonas de estudio con el fin de determinar si la altura es directamente relacionada con la abundancia de individuos como se aprecia en la tabla 9.

Tabla 9 alturas mínimas y máximas de los tipos de área

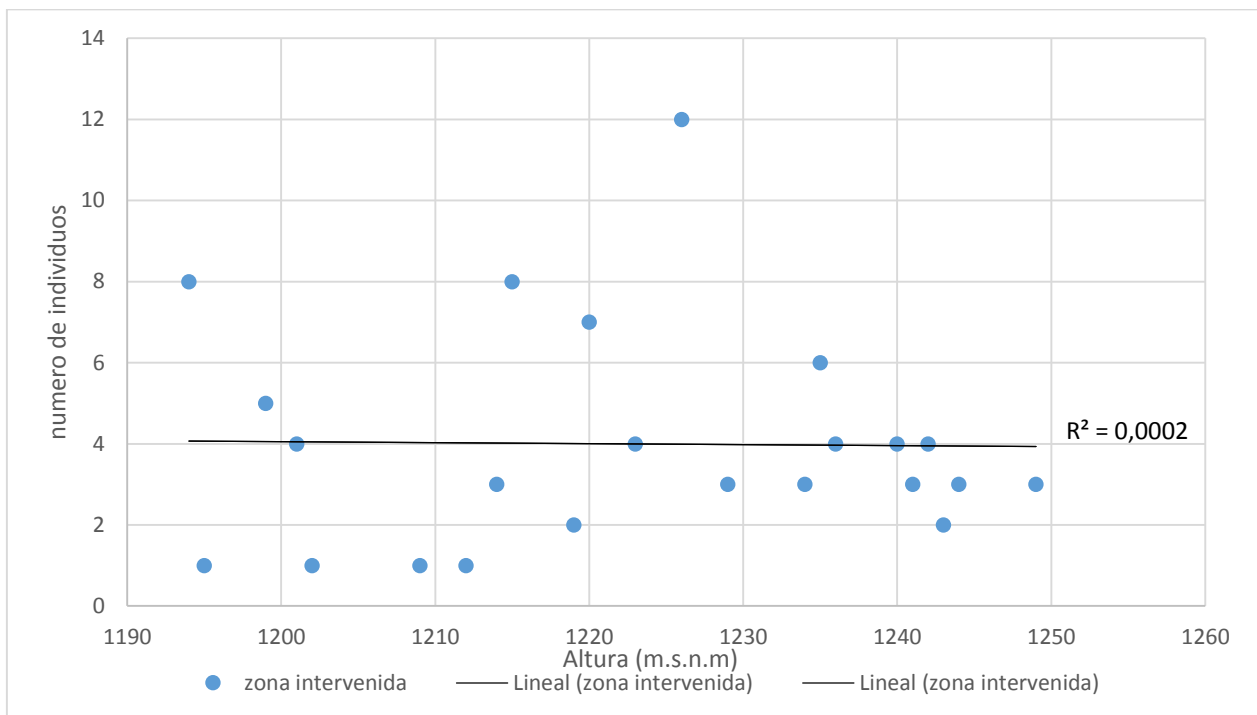
Zona de estudio	altura (M.S.N.M)		Elevación del muestreo(m)
	Mínima	Máxima	
Zona de transición	1936	2293	357
Zona Intervenida	1196	1249	55
Bosque Continuo	2099	2358	259

Fuente: Autores.

La distribución de los escarabajos respecto a la altura no representa una tendencia marcada, pero podemos ver en la gráfica 9 que la altura 1226 se presentó el mayor número de abundancia para la zona intervenida con un valor de 11, además vemos que no existe una relación directa entre abundancia de individuos con respecto a la altura debido a que no se observa un comportamiento lineal (debido al valor de R^2 el cual para las tres áreas fue muy inferior a 0) como en otros estudios realizados donde se evidencia que en número de individuos crece a medida que disminuye la altura [12] [51]

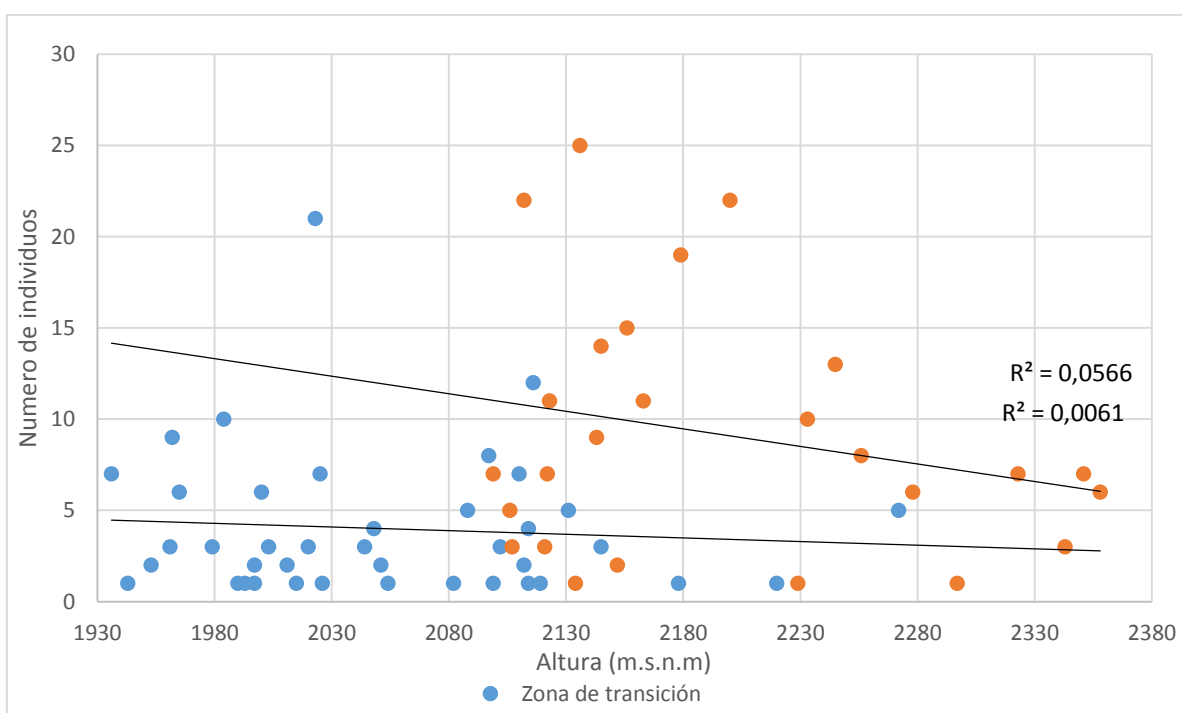
La abundancia de individuos en las zonas elevadas que se aprecia en la gráfica 10 donde la abundancia de individuos de cada tipo de área fue mayor respecto a zona intervenida vemos que el punto máximo de abundancia para la zona de transición fue a los 2033 m.s.n.m con un total de 21 individuos y para el bosque continuo, el mayor número de individuos por muestreo se dio a los 2136 m.s.n.m donde se recolectaron 25 individuos se puede apreciar que aparentemente no existe una relación fuerte entre la altura y el número de especímenes recolectados como se evidencio en este estudio .

Gráfica 9 Abundancias de individuos respecto a la altura para la zona baja.



Fuente: Autores

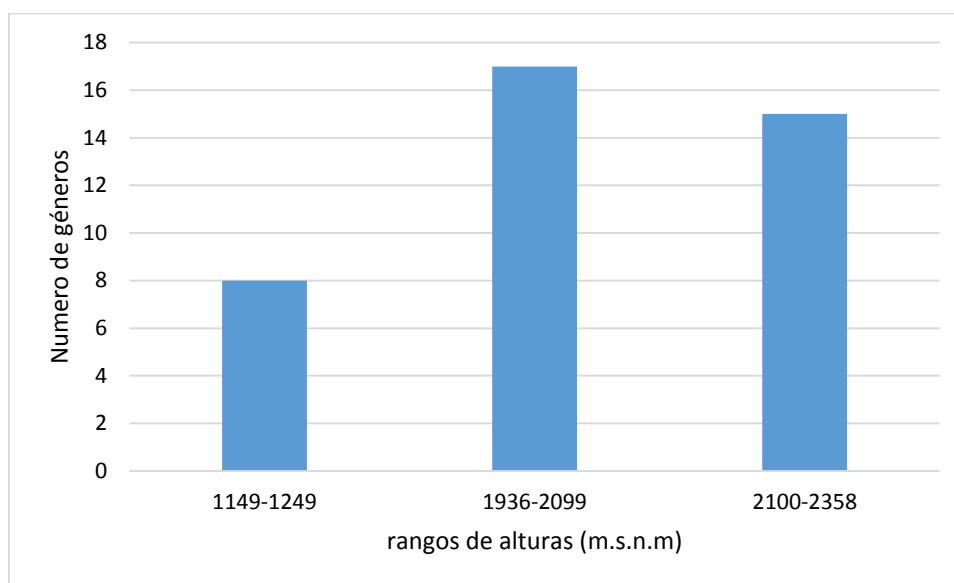
Gráfica 10 Abundancias de individuos respecto a la altura para la zona alta



Fuente: autores

De acuerdo con la distribución de géneros respecto a la altura se agruparon tres rangos de altura como lo evidencia la gráfica 11, las zonas que mayor diversidad presenta son entre los 1936-2099 m.s.n.m con 17 géneros encontrados, adicionalmente se observa como los estos valores disminuye a 8 géneros entre los 1149-1249 m.s.n.m.

Gráfica 11 Numero de Géneros por rango de altura



Fuente: Autores

esta anomalía se pudo manifestar debido a que esta zona tiene constates intervenciones por actividades humanas y además por medio de los índices calculados anteriormente hace que esta área no sea de gran diversidad. Como se evidencio anteriormente en los índices las áreas de muestreo en el bosque continuo y zona de son las que representan la mayor diversidad del estudio.

GÉNEROS IDENTIFICADOS.

Por medio de la guía taxonómica de la universidad nacional [4] se logró identificar 19 géneros los cuales 18 hacen parte de la familia *Scarabaeidae*, por medio de diversos documentos se han identificado 10 géneros los cuales se describen la importancia o el indicador de estos individuos que pueden representar en los ecosistemas encontrados, así como el tipo de cebo como se ve en la tabla 10.

Tabla 10 indicadores de ecosistemas

Género	Descripción	Ilustración
<i>Ateuchus</i>	Esta especie ha sido capturada con excrementos de vaca, es indicador de afectación por actividades humanas, según documentos este género ha sido registrada en bosques continuos o parches de bosque en buen estado de conservación [8].	Ateuchus  Fuente: Autores
<i>Canthidium</i>	El género <i>Canthidium</i> se ha registrado comúnmente el interior de bosque continuo y parches de bosque; también ha sido encontrado con menor frecuencia potreros [8].	Canthidium  Fuente: Autores
<i>Canthon</i>	El género <i>Canthon</i> se ha registrado en varios estudios de bosque seco, una especie cuya abundancia cambia entre las diferentes localidades y tipos de hábitat. En todos los estudios es más abundante en el bosque y desaparece o disminuye en hábitats de uso ganadero y pastizales, se ha demostrado la asociación de las especies de este género con bosques en buen estado de conservación [8] [51].	Canthon  Fuente: Autores
<i>Dichotomius</i>	El género <i>Dichotomius</i> se ha encontrado en potrero abierto y	Dichotomius

	en algunos estudios con excrementos de caballo y de vaca. La capturaron utilizando trampas de foso con cebo de excrementos humanos [53].	 Fuente: Autores
<i>Eurysternus</i>	El género <i>Eurysternus</i> es atraído por el excremento de vaca, además es un indicador de perturbación ambiental en ecosistemas que estén siendo afectados por las actividades humanas [8] [53].	Eurysternus  Fuente: Autores
<i>Gromphas</i>	<i>Gromphas</i> es una especie común en zonas abiertas y en sabanas naturales que en las condiciones actuales de la zona de estudio tiene preferencia por el excremento vacuno y equino, muy abundante en los pastizales [17].	Gromphas  Fuente: Autores
<i>Ontherus</i>	El género <i>Ontherus</i> se ha registrado en el interior de bosque continuo, parches de	Ontherus

	bosque y ocasionalmente o menor medida en poteros además ha sido capturados con cebo de excremento humano, a medida que se incrementa la complejidad de la estructura vertical del hábitat, aparecen especies propias de interior de bosque andino o indicadores positivos [8] [53].	 Fuente: Autores
<i>Onthophagus</i>	El género <i>onthopagus</i> son escarabajos en algunos estudios este género puede estar indicando perturbación antrópicas productos de las actividades ganaderas que se presentan en estos en cercanías. La mayoría de las especies de este género están asociadas a zonas abiertas o con disturbio antrópico (potreros, matorrales, cultivos) [51].	Onthopagus  Fuente: Autores
<i>Phanaeus</i>	El género <i>Phanaeus</i> ha sido registrado en interior de bosque continuo, parches de bosque y potreros, es capturado con trampas de caída cebadas con excremento humano [12].	Phanaeus 

		Fuente: Autores
<i>Pseudocanthon</i>	El género <i>Pseudocanthon</i> tiene la capacidad de aprovechar varios tipos de excremento, frutos en descomposición o material vegetal en descomposición lo que le confiere la capacidad de estar en diferentes hábitats de igual manera la abundancia de estas especies en los hábitats puede estar indicando perturbación antrópicas productos de las actividades ganaderas que se presentan en estos en cercanías [30] [53].	Pseudocanthon  Fuente: Autores

Fuente: Autores.

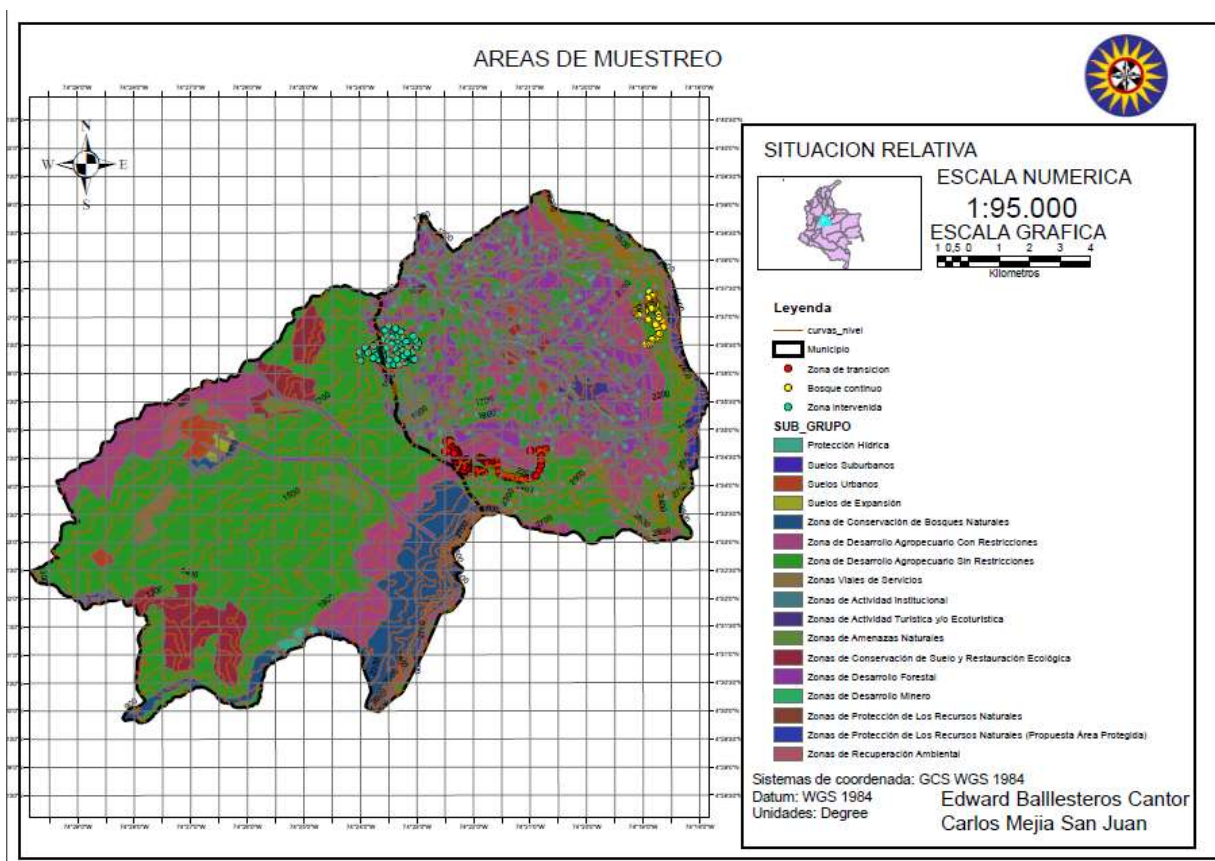
A partir de los datos e información obtenida se identificó que las zonas de transición y bosque continuo son las áreas que presentan mayor diversidad, riqueza y abundancia como se evidencio en los índices de diversidad, adicionalmente se encontraron géneros como *Canthidium*, *Canthon*, *Ontherus* los cuales son propios de ecosistemas de bosques continuos. Las comunidades de este género pueden ser utilizadas como indicador del estado de un ecosistema, esta es una herramienta para cuidado y conservación de áreas protegidas.

Por otra parte en la zona intervenida se encontraron géneros como *Dichotomoius*, *Eurysternus*, *Onthpagus*, *Phaneus* los cuales son indicadores de fragmentos de bosque y tierras intervenidas por la ganadería, estas son áreas donde la fortera pecuaria avanza hacia las zonas protegidas generando en el cambio en uso y la composición del suelo, se propone la revisión de estos territorios con el fin de aprovechar estas áreas para delimitación zonas agropecuarias para generación de empleo y el incremento de recursos económicos a su vez, otras áreas como el bosque continuo se puedan usar como áreas de protección con el fin de no alterar sus condiciones por acciones e intervenciones humanas las cuales perjudiquen las pocas áreas nativas y utilizarla como un indicador de buena calidad y comparar con otras áreas de estudio en un futuro.

La presencia de los individuos de la familia *Carabidae* que generalmente se encuentran en hábitats de áreas abiertas, perturbadas, bosques, con se debe a su dieta variada pues es capaz de alimentarse de materia orgánica descompuesta, semillas además es depredador de moluscos, larvas, dípteros, coleópteros. Esta

familia también puede servir como herramienta de bio indicación ya que se ha demostrado de que su presencia es factor de acidificación del suelo, fragmentación de bosque, destrucción antropogénica del habitat [14], Como podemos ver en la ilustración 14 se pueden comparar con las áreas donde se realizó el muestreo no concuerdan con el uso del suelo y tampoco con el indicador de los escarabajos un ejemplo de lo mencionado anteriormente es la zona de conservación del muestreo con respecto al mapa de uso de suelo. El acceso a dicha área es difícil por las fuertes pendientes, durante el muestreo se presentó una gran cobertura de bosque y como tercer factor los escarabajos encontrados en el área presentan que el área es de buena calidad de acuerdo a la presencia de los géneros *Ateuchus*, *Canthidium*, *Canthon*, *Ontherus* para ver la representatividad de estos géneros ver la tabla 5.

Ilustración 4 Mapa de uso de suelos, curvas de nivel y zonas de muestreo



Fuente: Autores

Por otra parte, la zona intervenida del muestreo concuerda con el mapa de uso de suelos por varias condiciones. El acceso a esta área es fácil ya que las pendientes no son tan pronunciadas, las áreas destinadas en el mapa concuerdan con el tipo

de área de estudio ya que son áreas de desarrollo agropecuario con y sin restricciones lo cual hace que existan presiones las cuales modifiquen el estado ambiental del ecosistema. También se evidencia que los escarabajos encontrados en el área concuerdan con el indicador del ecosistema de mala calidad algunos géneros que demuestran que esta área se encuentra en estas condiciones son *Dichotomius*, *Gromphas*, *Onthophagus* para ver la representatividad de estos géneros ver la tabla 5, para ver en mayor detalle la ilustración 3 dirigirse al anexo 3.

El uso de escarabajos coprófagos se puede emplear como método para lograr un acercamiento al estado real de un ecosistema adicionalmente se puede alternar como herramienta de control y verificación de las áreas ya delimitadas y caracterizadas con el uso del suelo.

5. CONCLUSIONES

- Las áreas de muestreo seleccionadas en este estudio mostraron diferencia en cuanto al número de individuos y el nivel de perturbación del ecosistema, entre menor sea este nivel de intervención, mayor será la abundancia de individuos, además, la riqueza de géneros, en gran mayoría sigue este mismo patrón siendo menor en las zonas intervenidas o alteradas y mayor para las zonas con un nivel de perturbación baja, es decir a menor abundancia y menor riqueza mayor es grado de afectación de los ecosistemas.
- Las curvas de acumulación de especies calculadas en dos de las tres áreas de muestreo alcanzan la asíntota (el bosque continuo y la zona de transición), siendo el bosque continuo la zona donde más individuos se capturaron y la segunda zona donde más géneros se encontraron, esto indica que hubo un adecuado esfuerzo de muestreo en esta zona y la cantidad de trampas estuvo cerca de ser las adecuadas, esto se deducir por que la curva casi llega a asentarse en la asíntota.
- De acuerdo con los métodos de estimación empleados en la zona intervenida las especies que fueron encontradas en el muestreo son inferiores al número de especies estimadas que se encontrarían, esto afirma lo expuesto por algunos autores sobre la estrecha relación entre el nivel de conservación de un ecosistema y su diversidad, donde se encuentran menos valores en zonas afectadas.

- La temperatura de las zonas muestreadas no fue tomada en cuenta para este trabajo ya que relacionada con altura y la heterogeneidad de los ecosistemas. como se pudo evidenciar no existe una relación entre el número de individuos capturados y la altura debido a que disminuye 1 °C a medida que se aumenta 100 metros de altura.
- Diferentes estudios indican que a menores alturas mayores es la abundancia de la comunidad de los escarabajos coprófagos, en este estudio no se presentó dicha afirmación al observar la ilustración 4, las curvas de nivel y usos del suelo para el municipio no se encuentra una zona nativa o sin intervención para confirmar las afirmaciones de los autores.
- Los escarabajos capturados en este trabajo presentan una tendencia a preferir el cebo humano en sus hábitos alimenticios en mayor parte del muestreo,
- El mayor número de riqueza de géneros se dio en las áreas de transición entre bosque y fragmento de bosque, en esta área se encontraron 16 géneros, esto puede ser debido a que existen géneros como *Dichotomius* y *Ontherus* que se encuentran en zonas abiertas y tienden a reemplazar y desplazar especies originales asociadas a las zonas de conservación como lo describen algunos autores.
- Durante el muestreo se encontraron géneros específicos que pueden ser utilizados como biodicadores, el género *Canthon* es un indicador de buena calidad ambiental ya que solo se encontró en el área de estudio de bosque continuo el cual tiene un grado de afectación bajo, mientras que el género *Scathimus* se ha documentado como bioindicador de intervención en los ecosistema [55].

6. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar visitas previas a las áreas de estudio con el fin de determinar distancias y condiciones topográficas para la ejecución del muestreo.
- Tener presente las condiciones meteorológicas ya que influye en las condiciones del muestreo en cuanto a la elaboración de la trampa.
- Buscar nuevas metodologías para la recolección de especímenes con el fin de no disminuir los especímenes del lugar de estudio
- Los factores abióticos no explicaron el comportamiento de la comunidad de escarabajos coprófagos. Es necesario, que en próximos trabajos se consideren otras variables como la precipitación y la cobertura vegetal, establecer rangos altitudinales más amplios y realizar muestreos mensuales sistemáticos durante todo el año.
- Por medio de los escarabajos coprófagos se pueden destinar áreas de protección, uso agrícola y demás con el fin de poder dar un mayor uso a las tierras buscando uno de las políticas ambientales del municipio de san Antonio del tequendama.
- Se podría generar más estudios de bio indicadores a partir de escarabajos coprófagos y se podría complementar con otro tipo de indicadores como las hormigas con el fin de elaborar o implementar nuevos mapas de uso del suelo ya que estos escarabajos son susceptibles a cambios en el ecosistema.
- Generar estudios con los escarabajos coprófagos a partir del fenómeno del niño y la niña con el fin de determinar si esta familia es susceptible a cambios de temperatura e identificar en que eventos son más abundantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ideam, Gobierno DE Colombia, Minambiente, «Resultados Y MONITOREO DE LA DEFORESTACION,» Bogotá D.C, 2017.
- [2] Alcaldia DE San Antonio DEL Tequendama, Plan De Desarrollo Territorial San Antonio Del Tequendama 2016 – 2019, San Antonio Del tequendama, 2016.
- [3] Fao, «Estado Actual De La Informacion Sobre Recursos Forestales Y Cambio En El Uso De La Tierra (Instituto De Hidrologia, Meteorologia Y Estudios Ambientales - (Ideam), Consultores Fao),» Fao, [En LÍNEA]. Available: : <Http://Www.Fao.Org/Docrep/006/Ad392s/Ad392s10.Htm>. [Último ACCESO: 22 OCTUBRE 2017].
- [4] C. Medina, A. Lopera Y A. Vitolo, «Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae:», *Biota Colombiana*, Vol. 2, Nº 2, Pp. 2-14, 2001.
- [5] Semana , «Semana SOSTENIBLE,» *Deforestacion EN Colombia AUMENTO UN 44% ENTRE 2015 Y 2016*, 06 07 2017.
- [6] E. Duque Morales, «Plan De Desarrollo 2004-2007 "San Antonio Del Tequendama Merece El Cambio",» San Antonio Del Tequendama, 2004.
- [7] E. Duque Morales, «San Antonio Del Tequendama, Merece El Cambio,» San Antonio Del tequendama, 2007.
- [8] M. Uribe L Y L. F. Vallejo, «Diversidad De Escarabajos Carabidae Y Scarabaeidae,» *Museo De Historia Natural*, Vol. li, Nº 17, Pp. 174-196, 2013.
- [9] C. Moreno, *Metodos De Evaluacion De Diversidad*, Zaragoza(España): Cyted; S.E.A; Unesco, 2001.
- [10] S. Otavo, A. Parrado Y J. Ari, «Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) Como Elemento Bioindicador De Perturbación Antropogénica En Un Parque Nacional Amazónico,» *Revista Biologica Tropical*, Vol. 61, Nº 2, 2013.
- [11] G. Viegas, C. Sternert, U. Schulz Y L. Maltchik, «Dung Beetle Communities As Biological Indicators Of Riparian Forestwidths In Southern Brazil,» *Elservier*, Vol. 1, Nº 36 , Pp. 703-710, 2014.
- [12] A. Esparza Y G. Amat, «Composición Y Riqueza De Escarabajos Coprófagos (Coleoptera : Scarabaeidae : Scarabaeinae) En Un Gradiente Altitudinal De Selva Húmeda Tropical Del Parque Nacional Natural Catatumbo-Barí (Norte De Santander), Colombia,» *Actual Biol*, Pp. 1-12, 2007.

- [13] T. E. Espinoza, «¿Cuántas Especies Hay? Los Estimadores No Paramétricos De Chao,» *Elementos*, Vol. 52, Pp. 53-56, 2003.
- [14] Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, «7. Métodos Para El Análisis De Datos: Una Aplicación,» De *Métodos Para El Análisis De Datos: Una Aplicación Para Resultados Provenientes De Caracterizaciones De Biodiversidad*, 2004, P. 109.
- [15] G. Pulido Flores Y S. Monks, «Los Parásitos Y El Estudio De Su Biodiversidad: Un Enfoque Sobre Los Estimadores De La Riqueza De Especies,» De *Estudios Científicos En El Estado De Hidalgo Y Zonas Aledañas*, 2013.
- [16] A. Escobar, N. Betancur, L. Constantino, C. Medina Y C. Medina, *Escarabajos Coprofagos Del Eje Cafetero*, Villa Maria, Caldas: Cenicafe; Federación Nacional De Cafeteros; Wcs Colombia, 2012.
- [17] G. García Y S. Amezcuita, «Patrones De Distribución De Escarabajos En Relicto Del Bosque Alto Andino,» *Caldasia*, Vol. 19, Nº 1-2, Pp. 1-14, 1997.
- [18] J. L. Acosta Y N. Martínez, «Comparación De Los Ensamblajes De Escarabajos Copronecrófagos Entre Fragmentos De Bosque Seco Tropical Y Matriz Adyacente En El Departamento Del Atlántico-Colombia,» *Revista Mexicana De Biodiversidad*, Vol. 88, Nº 2, Pp. 1-13, 2017.
- [19] J. Collado, M. Cruz, J. Vilaboa, I. Martínez Y H. González, «Contribution Of Dung Beetles To Cattle Productivity In The Tropics: A Stochastic-Dynamic Modeling Approach,» *Elsevier*, Pp. 78-87, 2017.
- [20] B. Doube, «Ecosystem Services Provided By Dung Beetles In Australia,» *Elsevier*, Pp. 1-15, 2017.
- [21] F. Simon, «What Is The Effect Of Dung Beetles On Gastrointestinal Nematodes Of Stock,» *Technical Advisory Group Meeting*, 2012.
- [22] Andresen, «Effects OF DUNG PRESENCE, DUNG AMOUNT AND SECONDARY DISPERSAL BY DUNG BEETLES ON THE FATE OF *Micropholis GUYANENSIS* (Sapotaceae) SEEDS IN Central Amazonia,» *Journal OF TROPICAL ECOLOGY*, Nº 17, PP. 67-78, 2001.
- [23] L. Andresen, «Effects Of Dung And Seed Size On Secondary Dispersal, Seed Predation, And Seedling Establishment Of Rain Forest Trees,» *Oecologia*, Nº 139, Pp. 45-54, 2004.
- [24] O. Julissa, Castillo Y E. Andresen, «Interacciones Entre Semillas Y Escarabajos Del Estiércol,» *Revista Especializada En Ciencias Químico-*

Biológicas, Vol. 21, Nº 1, Pp. 25-33, 2018.

- [25] L. Audino, J. Louzada Y L. Comita, «Dung Beetles As Indicators Of Tropical Forest Restoration Success: Is It Possible To Recover Species And Functional Diversity,» *Elsevier*, Vol. 169, Pp. 248-257, 2014.
- [26] S. Saleh, H. Uswah Y E. Eljonnahdi, «Effectiveness Of Dung Beetles As Bioindicators Of Environmental Changes In Land-Use Gradient In Sulawesi , Indonesia,» *Biotropia*, Vol. 21, Nº 1, Pp. 48-58, 2014.
- [27] J. Bicknell, S. Phelps, R. Davies, D. Mann, M. Struebig Y Z. Davies, «Dung Beetles As Indicators For Rapid Impact Assessments: Evaluating Best Practice Forestry In The Neotropics,» *Elsevier*, Pp. 154-161, 2014.
- [28] F.-. Paris, S. A. Jose Y P. Rodriguez, «Optimización Del Muestreo De Invertebrados Tropicales: Un Ejemplo Con Escarabajos Coprofagos En Venezuela,» *Biología Tropical* , Vol. 61, Nº 1, Pp. 89-110, 2013.
- [29] J. C. Garcia Y L. C. Pardo, «Escarabajos Scarabaeinae Saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) En Un Bosque Muy Húmedo Premontano De Los Andes Occidentales Colombianos,» *Ecología Aplicada*, Vol. 3, 2004.
- [30] N. Martinez, H. Garcia, L. Pulido, D. Ospino Y J. Narvaez, «Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) De La Vertiente Noroccidental, Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia,» 2009.
- [31] S. Amezcuita, A. Forsyth Y A. Lopera , «Comparacion De La Composicion Y Riqueza De Especies,» *Acta Zool*, Nº 76, Pp. 113- 126, 1999.
- [32] J. C. Bohorquez Mielles Y J. Montoya Lerma, «Abundancia Y Preferencia Trófica De *Dichotomius Belus* (Coleoptera:,» *Boletín Del Museo De Entomología De La Universidad Del Valle*, Vol. 10, 2009.
- [33] O. L. Jhosmar, «Determinacion De Indices De Diversidad Floristica Arborea En Las Parcelas Permanentes De Muestreo Del Valle Del Sacta,» *Universidad Mayor De San Simon Escuela De Ciencias Forestales*, 2009.
- [34] H. G. Arellano L, «Gamma Diversity: Derived From And A Determinant Of Alpha Diversity And Beta Diversity. An Analysis Of Three Tropical Landscapes.,» *Acta Zoológica Mexicana*, Vol. 90, Pp. 27-76, 2003.
- [35] B. Klein, «Effects Of Forest Fragmentation On Dung And Carrion Beetle Communities In Central Amazonia.,» *Ecology*, Vol. 70, Pp. 1715-1725, 1989.
- [36] L. Pla, «Biodiversidad: Inferencia Basada En El Índice De Shannon Y La Riqueza,» *Interciencia*, Vol. 31, Nº 8, Pp. 583-590, 2006.

- [37] J. M. Delgado, A. H. Castro Ramirez , M. A. Moron Y L. Ruiz Montoya, «Diversidad De Scarabaeoidea (Coleoptera) En Las Principales Condiciones De Hábitat De Montebello, Chiapas, México,» *Acta Zoológica Mexicana*, Vol. 25, Pp. 135-189, 2012.
- [38] E. Montes De Oca, «Escarabajos Coprófagos De Un Escenario Ganadero Típico De La Región De Los Tuxtlas, Veracruz, México: Importancia Del Paisaje En La Composición De Un Gremio Funcional,» *Acta Zool Mex*, Vol. 82, Pp. 111-132, 2001.
- [39] J. C. Garcia Ramirez Y L. C. Pardo Locarno, «Escarabajos Scarabaeinae Saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) En Un Bosque Muy Húmedo Premontano De Los Andes Occidentales Colombianos,» *Ecología Aplicada*, Vol. 3, Pp. 59-63, 2004.
- [40] I. Hanski Y Y. Camberfort, *Ecología Del Escarabajo De Estiércol*, New Jersey: Princeton University Press, 1991, P. 520.
- [41] P. Sowig, «Brood Care In The Dung Beetle *Onthophagus Vacca* (Coleoptera: Scarabaeidae): The Effect Of Soil Moisture On Time Budget, Nest Structure, And Reproductive Success,» *Ecography*, Vol. 19, Pp. 254-258., 1994.
- [42] H. G. Garcia Y D. A. Ospino, *Escarabajos Coprofagos En Un Gradiente Altitudinal De La Vertiente Noroccidental.Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia*, Santa Marta: Universiad Del Magdalena, 2005.
- [43] L. Navarro Y K. Roman, «Comparación De La Comunidad De Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) En Una Zona De Uso Ganadero Y En Un Relicto De Bosque Seco Tropical Del Departamento De Sucre,» *Sincelejo* , 2009.
- [44] T. Larson, F. Gernei Y A. Lopera, «Ecology Letters,» *From Coprophagy To Predation*, Vol. 5, Pp. 152-155, 2009.
- [45] F. Escobar, «Diversity And Composition Of Dung Beetle Assemblages In Heterogeneous,» *Tropical Zoology*, Vol. 17, Pp. 123-136, 2004.
- [46] N. M. Hernandez, G. S. Muñoz, K. Sierra Quintero Y J. Barraza , «Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) Asociados A Excrementos De Mamíferos En Un Fragmento De Bosque Seco Tropical En El Departamento Del Atlántico, Colombia,» *Ecol. Austral*, Vol. 22, Nº 3, 2012.
- [47] J. C. Bohorquez Mielles Y J. Montoya Lerma, «Abundancia Y Preferencia Trófica De *Dichotomius Belus* (Coleoptera),» *Boletín Del Museo De Entomología De La Universidad Del Valle*, Vol. 10, Pp. 1-7, 2009.

- [48] F. Bustos, L. Gomez Y Lopera Toro Alejandro , «Preferencia Por Cebo Delos Escarabajos Coprofagos De Un Remanete De Bosque Seco Tropical Del Tolima(Colombia),» *Escarabeidos De Latinoamérica:Estado Del Conocimiento* , Vol. 3, Nº 2003, Pp. 59-65, Fernanda Bustos,Gómez Lida,Alejandro Lopera Toro.
- [49] J. A. Noriega, E. Realpe Y G. Fagua, «Diversidad De Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) En Un Bosque De Galería Con Tres,» *Universitas Scientiarum*, Vol. 12, Nº 11, Pp. 51-63, 2007.
- [50] F. Escobar, «Estudio De La Comunidad De Coleopteros Coprofagos (Scarabaeidae) En Un Remanente De Bosque Seco Al Norte Del Tollma, Colombia,» *Caldasia*, Vol. 19, 1997.
- [51] J. Orozco Y M. Perez , «Escarabajos Coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) Del Parque Nacional Los Estoraques (Norte De Santander, Colombia),» *Revista Brasileira De Entomologia*, Vol. 52, Pp. 36-40, 2008.
- [52] J. M. Lobo Y G. Halffter , «Biogeographical And Ecological Factors Affecting The Altitudinal Variation Of Mountainous Communities Of Coprophagous Beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): A Comparative Study,» *Annals Of The Entomological Society Of America*, Vol. 93, P. 115–126, 2000.
- [53] E. Rubio, Relaciones Filogenéticas Y Adaptaciones Ambientales De La Tribu Eurysternini, 2011.
- [54] S. G. Beda, Importancia De Los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) Como Bioindicadores Del Estado De Conservación En Vegetación Fragmentada De Tuxpan Y Tamiahua, Veracruz, México, Mexico, 2013.
- [55] P. Gomez Delgado , «Influencia Del Habitat Sobre El Ensamblaje De Escarabajos Coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) En Bosques Secos En El Municipio De Chimichagua (Cesar),» Bogota, Bogota.

