



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

TITULACIÓN DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)
como indicadores de diversidad biológica en la Estación Biológica
Pindo Mirador. Pastaza-Ecuador.**

Trabajo de fin de titulación

AUTORA: Luzuriaga Quichimbo Carmen Ximena

DIRECTOR: Marín Armijos Diego Stalin, Ing.

Centro Universitario Puyo

2013

CERTIFICACIÓN

Ingeniero

Diego Stalin Marín Armijos

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

C E R T I F I C A:

Que el presente trabajo denominado: **“ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) COMO INDICADORES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA PINDO MIRADOR. PASTAZA-ECUADOR”** realizado por el profesional en formación: **Carmen Ximena Luzuriaga Quichimbo**; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, 9 de Octubre del 2012.

.....

Ing. Diego Stalin Marín Armijos

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **CARMEN XIMENA LUZURIAGA QUICHIMBO** declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos de tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Luzuriaga Quichimbo Carmen Ximena

CI. 1714307954

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios por una nueva esperanza de vida, a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me supieron brindar.

CARMEN XIMENA LUZURIAGA QUICHIMBO

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, al Departamento de Ecología, Laboratorio de Entomología y al Ing. Diego Marín Director de tesis quien supo orientar y compartir conocimientos nuevos en el área de biología de escarabajos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
3. METODOLOGÍA	4
3.1 Área de Estudio	5
3.2 Especie de estudio	7
3.3 Técnicas de muestreo	8
3.3.1 Riqueza y abundancia.....	8
3.3.2 Factores bióticos y abióticos	10
3.4 Análisis de datos	11
4. RESULTADOS.....	13
4.1 Riqueza, abundancia y diversidad.....	13
4.2 Patrones de nidificación	17
4.3 Factores abióticos.....	18
5.DISCUSIÓN	22
5.1 Riqueza, abundancia y diversidad.....	22
5.2 Patrones de nidificación	23
5.3 Factores abióticos.....	23
6. CONCLUSIONES	26
7. RECOMENDACIONES	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29
9. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ubicación Estación Biológica Pindo Mirador.....	4
Gráfico 2. Número de individuos en BNI.....	14
Gráfico 3. Número de individuos en BI.....	15
Gráfico 4. Curva de acumulación de especies en BNI.....	16
Gráfico 5. Curva de acumulación de especies en BI.....	16
Gráfico 6. Índice de Diversidad de Simpson en los dos tipos de Bosque.....	17
Gráfico 7. Temperatura y abundancia registradas en los dos tipos de Bosque.....	20
Gráfico 8. Humedad y abundancia registradas en los dos tipos de Bosque	20
Gráfico 9. Precipitación y abundancia registradas en los dos tipos de Bosque	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de sitios de muestreo en la Estación Biológica Pindo Mirador	7
Tabla 2. Variables ambientales de la Estación Meteorológica Puyo INAMHI.....	10
Tabla 3. Representatividad de especies capturadas en los dos tipos de bosque.....	13
Tabla 4. Estimadores no paramétricos en dos tipos de bosque.	17
Tabla 5 Abundancia y hábito de relocalización del alimento de las especies encontradas en los dos tipos de Bosque.	18

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Bosques no intervenidos en la Estación Biológica Pindo Mirador	6
Foto 2. Bosques Intervenidos en la Estación Biológica Pindo Mirador	6
Foto 3. Trampas pit-fall colocadas en bosque	9
Foto 4. Trampas pit-fall cebadas con heces de cerdo	9
Foto 5. Fundas ziploc con escarabajos en alcohol potable	10

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Biológica Pindo Mirador, provincia de Pastaza, Ecuador, durante los meses de marzo a agosto del 2012, en dos tipos de bosque: bosque no intervenido y bosque intervenido; los cuales se diferencian por la cobertura vegetal y densidad de árboles. Las capturas se realizaron utilizando trampas de foso “pit-fall traps” con atrayente. Se capturaron 426 individuos pertenecientes a 10 géneros y 17 especies.

Las curvas de acumulación y las estimaciones de riqueza mediante métodos no paramétricos para los dos tipos de bosque coincidieron los valores estimados y observados, es decir que se ajustaron a los modelos esperados.

La mayor diversidad y riqueza se registró en bosque no intervenido de acuerdo a los valores obtenidos con el índice de Simpson siendo menor la diversidad para bosque intervenido.

La respuesta de los escarabajos a los cambios de vegetación, cobertura boscosa y recursos producen cambios en la comunidad de escarabajos estercoleros, los factores ambientales como temperatura y humedad mostraron relación con el número de especies.

La mayoría de las especies presentes en los dos tipos de bosque tienen patrones de nidificación con hábitos cavadores así como amplios rangos de tolerancia a los cambios en el ambiente.

Palabras clave: Coleópteros, coprófagos, cavadores, rodadores, endocópidos.

ABSTRACT

This study was conducted at the Biological Station Pindo Mirador, Pastaza Province, Ecuador, during the months of March to August 2012, in two forest types: undisturbed forest and logged forest, which are differentiated by vegetation cover and tree density. Catches were made using "pit-fall traps" with attractive. We captured 426 individuals belonging to 10 genera and 17 species.

Accumulation curves and richness estimates Nonparametric methods for undisturbed forest coincided estimated and observed values for forest intervened yet observed data did not conform to expected patterns.

The greatest diversity and richness was recorded in undisturbed forest according to the values obtained with the Simpson index was lower for logged forest diversity.

The beetles response to changes in vegetation, forest cover changes and resources in the community of dung beetles, environmental factors such as temperature and humidity were related with the number of species.

Most species in the two forest types have patterns of nesting and burrowing habits with wide ranges of tolerance to changes in the environment.

Key words: Coleoptera, dung, diggers, rollers, endocoprids

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

La Amazonía ecuatoriana forma parte de la cuenca del río Amazonas, la cual junto con la cuenca del río Congo y con las islas de Nueva Guinea y Melanesia constituyen las mayores áreas tropicales silvestres del planeta (Ruíz, 2000). Esta diversidad biológica representan el 7% de la superficie del mundo, al parecer estos ecosistemas contienen más de la mitad de las especies del planeta. Esta diversidad se debería a factores como el aumento de temperatura y humedad en las áreas tropicales las cuales generan condiciones favorables para el crecimiento y supervivencia de numerosas especies (Primack et al., 2000).

Entorno a esto, el Convenio sobre Diversidad Biológica reconoce la importancia de la diversidad biológica para la evolución y mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biósfera (Larrea, 2008). También a partir de 1992, año en que se llevó a cabo la “Cumbre de la Tierra” se ha desarrollado y validado criterios e indicadores para la evaluación de la conservación de la biodiversidad como parte del manejo forestal sostenible de los bosques tropicales, identificada como una prioridad por parte de numerosas organizaciones internacionales (Aguilar, 1999).

Hoy en día se considera que la gestión integrada de los ecosistemas es la pieza clave para la protección de la biodiversidad. Esta gestión está dada en la relación existente entre la diversidad florística y la riqueza de especies que mantienen (OEA, 2004). Dentro de todos los organismos, los insectos constituyen importantes componentes de los ecosistemas por su riqueza, abundancia y la diversidad de nichos que ocupan (Dajoz, 2001).

Es necesario considerar que se conoce muy superficialmente la diversidad de especies en la mayoría de grupos de organismos (Primack et al., 2000). Sin embargo, varios investigadores (Klein, 1989; Halffter et al., 1992; Lobo, 1992, Halffter & Favila, 1993; Favila & Halffter, 1997), consideran que el grupo de los escarabajos estercoleros son un taxón focal ideal para la investigación sobre la biodiversidad y conservación.

Los escarabajos estercoleros o coprófagos son un gremio bien definido de la familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaeinae, que comparten características morfológicas, ecológicas y de comportamiento particulares (Medina, et al., 2001). Se conocen aproximadamente 6000 especies y 234 géneros de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en el mundo (Herrera et al., 1991). Esta riqueza y diversidad de especies del gremio de escarabajos estercoleros en los bosques tropicales está íntimamente relacionada con la presencia de otros organismos, que les proveen de alimento y con factores microclimáticos determinados por patrones de cobertura vegetal. Además, son considerados como buenos indicadores de los efectos de perturbaciones del bosque como el aprovechamiento, la aplicación de tratamientos silviculturales y la fragmentación dado que cuenta con una alta diversidad de especies y con hábitos desde altamente especializados hasta muy generalistas en sus requerimientos de hábitat (Aguilar, 1999; Bermúdez & Florez, 2002; Hernández, et al., 2003).

Los beneficios que aportan los escarabajos coprófagos al bosque y a los ecosistemas son invalorable al ser importantes recicladores, cumplen funciones de limpiar grandes cantidades de excrementos en un tiempo relativamente corto, con lo que devuelven al suelo nutrientes. Además,

están altamente relacionados con las condiciones abióticas como temperatura, humedad, precipitación ya que inciden en la abundancia, riqueza y distribución de los escarabajos.

En la presente investigación se pretende mediante el monitoreo de los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en los bosques piemontanos de la Estación Biológica Pindo Mirador, ubicados en el Ecuador, Cantón Mera Provincia de Pastaza, examinar los cambios en la diversidad de especies y en la composición de la fauna de escarabajos coprófagos a lo largo de un gradiente de manejo.

2. Objetivos

- Examinar el cambio en riqueza y composición de especies a lo largo de un gradiente de manejo.
- Determinar qué factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) inciden en la estructura de las poblaciones de los escarabajos coprófagos.

METODOLOGÍA

3. Metodología

3.1 Área de Estudio

El área de estudio se encuentra localizada en la Colonia Pindo Mirador ubicada en la Vía Puyo-Baños Km 14, cantón Mera Provincia de Pastaza (Mapa 1). La Estación Biológica Pindo Mirador cuenta con aproximadamente 274 hectáreas y es de propiedad del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza (GADPPz). En la Estación Biológica participan la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) con el Gobierno Provincial de Pastaza a través de un convenio de comodato para realizar el manejo de este lugar.

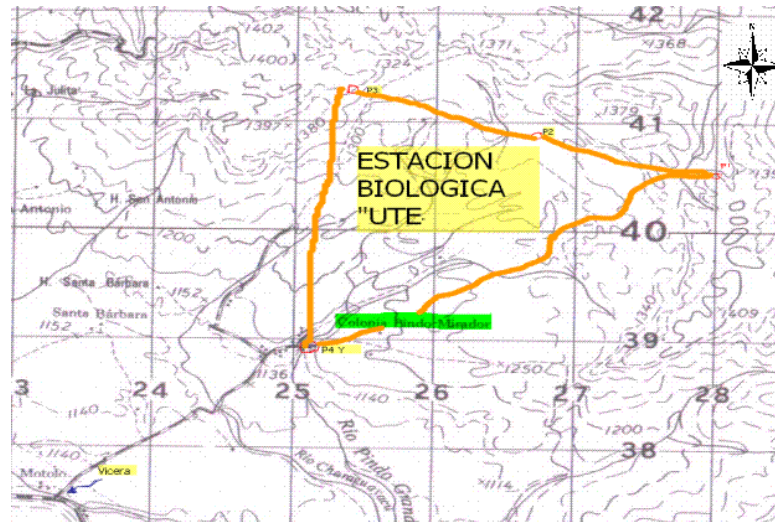


Gráfico 1. Ubicación de la Estación Biológica Pindo Mirador.

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)
Escala: 1:50.000 Serie: J721. Edición: 1-IGM

Según Sierra (1999) la Estación Biológica Pindo Mirador comprende Bosque Siempreverde Piemontano entre los 600 y 1300 m s.n.m.

Para esta investigación se seleccionaron dos sitios de estudio:

1. Bosque no intervenido (Foto 1), esta área corresponde a un ecosistema arbóreo heterogéneo caracterizado por presentar árboles maduros que en conjunto forman el espesor del bosque. Se distinguen *Cecropia ficifolia* (Guarumo), *Croton lechleri* (Drago), *Socratea exorrhiza* (Patona), *Ochroma pyramidale* (Balsa), *Ceiba pentandra* (Ceibo), *Vochysia bracedianiae* (Tamburo), *Ficus máxima* (Matapalo), *Cedrela odorata* (Cedro), *Miconia gracilis* (Colca). (Luzuriaga, 2007).



Foto 1. Bosques no intervenidos en la Estación Biológica Pindo Mirador

2. Bosque Intervenido (Foto 2), esta zona corresponde al lugar donde se encuentran pastizales de una especie predominante conocida como gramalote (*Axonopus scoparius*). El bosque intervenido posee pocos árboles grandes entre los que se destacan: *Pollaslestia discolor* (Pigüe), *Guarea* sp. (Roble), *Clusia* sp. (Caucho), *Urera caracasana*, *Syzygium jambos* (Pomarosa), *Solanum grandiflorum* (Naranjilla de campo), *Clusia pallida*, *Faramea fragans*, *Viburnum toronis*, *Psidium guajaba* (Guayaba), *Senna quinquangulata*, *Helicostylis tovarensis*, *Saurauia prainiana* (Moquillo), *Vismia baccifera* (Achetillo), *Miconia calvenses* (Colca), *Arundo donax* (Carriso), *Costus amazonica* (Caña agria), *Calathea lutea* (Bijao), *Psychotria amplissima* (Luzuriaga, 2007).



Foto 2. Bosques Intervenidos en la Estación Biológica Pindo Mirador

La Estación Biológica además posee una diversidad de especies de fauna: mamíferos, reptiles, anfibios e invertebrados. Las aves más comunes y fáciles de observar en la Estación corresponden a las siguientes especies: *Tyrannus melancholicus*, *Turdus ignobilis*, *Crotophaga ani*, *Thraupis episcopus*, *Catharus minimus*, *Ramphocelus carbo*, *Notiechelidon cyanoleuca* y *Cacicus cela* (Luzuriaga, 2008).

En lo referente a mamíferos en la zona de estudio se han registrado: armadillos (*Dasyurus novocinctus*), ardillas (*Sciurus granatensis*), chichicos (*Saguinus fuscicollis*), sahínos (*Tayassu*

albifrons), guatusas (*Dasyprocta fuliginosa*), conejos silvestres (*Sylvilagus brasiliensis*), cabeza de mate (*Eira barbara*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*) (Luzuriaga, 2008).

A continuación se muestra en la Tabla 1. Las coordenadas UTM de los sitios de muestreo para este estudio de escarabajos.

Tabla 1. Coordenadas de sitios de muestreo en la Estación Biológica Pindo Mirador

ESTACIÓN DE MUESTREO	LUGAR	COORDENADAS	
		X	Y
1	Bosque no intervenido (BNI)	17S 824813	9838864
2	Bosque intervenido (BI)	17S 824682	9838991

3.2 Especie de estudio

Los insectos son actualmente el grupo más numeroso de los animales sobre la tierra, hay más especies de insectos que sumadas todas las demás clases de animales juntos; los coleópteros constituyen el orden de animales más grande del mundo (Hickman, et al., 2002).

Los escarabajos desde la antigüedad han sido motivo de mitos, leyendas y símbolos, en el antiguo Egipto aparece representado en innumerables jeroglíficos, pinturas, amuletos y piezas de joyería el escarabajo sagrado Khepri (La Existencia), representaba el Dios del Sol. El primer escarabajo que veneraron los antiguos egipcios probablemente fue la especie *Kheper aegyptiorum*. Al parecer los complejos procedimientos de momificación fueron una imitación del estadio pupal de los escarabajos coprófagos, diseñados para proteger el cuerpo enterrado durante su transformación y renacimiento final (MCGavin, 2002).

La palabra escarabajo etimológicamente proviene de dos términos “*koleos*” que significa funda y “*pteron*” que significa ala. Los coleópteros pueden colonizar casi cualquier lugar: debajo de las piedras o de las cortezas de los árboles, el suelo, el interior de los troncos de palmas o árboles, las boñigas del ganado y de otros mamíferos, los cadáveres, etc., desde el ecuador a las regiones polares (De la Fuente, 1994).

La cabeza posee un par de ojos compuestos antenas de varias formas y las piezas bucales, el aparato bucal es masticador, tienen antenas con menos de once artejos. El cuerpo suele ser compacto y duro, el tórax consta del protórax desarrollado, mientras el meso y el metatórax están reducidos y fusionados formando una pieza subtriangular llamada scutellum. Poseen dos pares de alas siendo las anteriores duras en forma de estuche para las dos alas posteriores membranosas adaptadas para el vuelo. Algunas especies tienen alas reducidas o son ápteras (Gara & Onore, 1989).

Patas largas para las especies que viven en el desierto, cuerpos lisos e hidrodinámicos para las acuáticas y robustos como tanques para las terrestres, forma de semilla para engañar a los

depredadores. El número de artejos de los tarsos son un carácter que utilizan frecuentemente los sistemáticos para separar los diferentes grupos. El abdomen está cubierto dorsalmente por placas denominadas tergitos y ventralmente por esternitos (MCGavin, 2002).

La mayor parte de los coleópteros se reproducen sexualmente. Las larvas de los coleópteros tienen un aspecto muy variable pero todas tienen cápsulas cefálicas endurecidas con piezas bucales dirigidas hacia delante y de carácter masticador y antenas cortas con un máximo de cuatro artejos. La metamorfosis es completa en los escarabajos pasan por las cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas campodeiformes o eruciformes, muy raramente ápodas y sus pupas son adécticas o exaradas (De La Fuente, 1994).

Una particularidad en la evolución de los coleópteros fue la capacidad de utilizar las heces de los vertebrados como fuente alimenticia; este evento marco el cambio en los hábitos alimenticios de saprofagia a coprofagia, ocurrió más de una vez en forma independiente y en líneas filéticas distintas en el transcurso de la historia evolutiva de los coleópteros; sin embargo es especialmente importante en la familia Scarabaeinae, cuya subsiguiente evolución resultó en una excepcional radiación de adaptaciones morfológicas, ecológicas y comportamentales relacionadas con la eficiente explotación del excremento de grandes herbívoros terrestres como un recurso primario de su alimentación (López, 2007).

La ecología de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) está basada principalmente en la explotación competitiva de un recurso alimenticio rico nutricionalmente como el excremento de grandes vertebrados. Este recurso puede resultar particularmente atractivo para los escarabajos debido a su alto contenido en nitrógeno y fósforo, elementos necesarios dentro de los diferentes procesos metabólicos (Hanski, 1991).

Una manera práctica y útil de medir y monitorear la calidad de los hábitats para la conservación es el uso de organismos biológicos como indicadores (bioindicadores), mediante el uso de grupos puntuales de organismos que cumplan con ciertas características entre ellas se pueden mencionar algunas: ser relevantes a procesos ecológicos importantes, tener la capacidad de distinguir entre ciclos o cambios naturales y cambios provocados por la actividad antropogénica, ser fáciles de aplicar operacionalmente y ser fáciles de analizar e interpretar (Noss, 1990).

3.3 Técnicas de muestreo

3.3.1 Riqueza y abundancia

Los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) han sido propuestos como un taxón ideal para la investigación sobre biodiversidad y la conservación (Halfpter y Fávila, 1993; Spector y Forysth, 1998; Spector, 2006). Los métodos y técnicas empleadas en la recolección de Scarabaeioidea proporcionan información sobre su presencia, áreas de distribución pero no nos dan datos directos acerca de su biología (Solis, s/a). Entre los métodos y técnicas empleadas en la recolección de coleópteros utilizadas se encuentran las siguientes: Trampas de intersección del

vuelo, trampa de intersección con frutas, trampa de foso o de caída con cebo, recolecta con luces, crías de larvas, recolecta con atrayentes químicos, recolecta directa y con otras metodologías.

Para la colecta de escarabajos en cada transecto se ubicaron 20 trampas de foso (“pit-fall traps”) modificadas, cebadas con estiércol de cerdo por espacio de 48 horas, para un total de 40 trampas por dos días al mes y durante seis meses (120 observaciones-trampa/bosque y potrero).

En los sitios seleccionados bosque no intervenido y bosque intervenido se instalaron 20 puntos de muestreo separados cada 40 metros (rango de atracción del cebo). Cada sendero fue identificado por cintas de marcaje, en bosque se identificó por una cinta amarilla mientras que en potrero se colocó cintas de color naranja.



Foto 3. Trampas pit-fall colocadas en bosque



Foto 4. Trampas pit-fall cebadas con heces de cerdo

La instalación de las trampas pit-fall consistieron en un vaso plástico de 300 ml (vaso cervecero), enterrado con su boca a ras del suelo, conteniendo 100 ml de agua jabonosa, cebadas, cada una, con 10 ml de excremento de cerdo, el cual fue colocado en la concavidad de una cuchara de plástico que se fijó en el suelo por su mango, quedando el cebo a no menos de 3 cm sobre el centro de la boca del vaso enterrado. Cada trampa se cubrió para evitar inundación por lluvia (si es el caso), con una

bolsa plástica sostenida en posición extendida e inclinada por un par de estacas o con hojas anchas que se puedan obtener del sitio muestreado, por ejemplo de palmas.

Las trampas pit-fall o de caída fueron revisadas 48 horas después de ser colocadas, estas fueron desmontadas y los especímenes capturados se colocaron en fundas plásticas con alcohol. Los especímenes de cada punto de muestreo es decir cuatro trampas instaladas en un punto fueron recogidas en una sola funda constituyendo así una réplica, la cual fue previamente codificada.



Foto 5. Fundas ziploc con escarabajos en alcohol potable

La identificación de los especímenes se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) con la ayuda del Dr. Fernando Vaz De Mello, utilizando la clave de los géneros y subgéneros americanos de la subfamilia Scarabaeinae del mismo autor (2011).

3.3.2 Factores bióticos y abióticos

Los datos de temperatura, humedad y precipitación fueron proporcionados por la Estación meteorológica Puyo INAMHI ubicada a 14 kilómetros de la Estación Biológica Pindo Mirador.

Tabla 2. Variables ambientales de la Estación Meteorológica Puyo INAMHI.

VARIABLE/MESES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Precipitación mm	567.6	383.8	339.5	389.5	372.7	300.5
Temperatura °C	20.8	21.6	21	21	20.6	21.1
Humedad %	90	88	89	88	87	85

3.4 Análisis de datos

Los datos de riqueza y abundancia de especies, fueron analizados usando el programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2009), se calcularon los índices de diversidad de Simpson, así mismo el esfuerzo de muestreo se determinó a través de curvas de acumulación de especies (Jiménez – Valverde & Hortal, 2003; Prieto & Dahners, 2006). Se estimó la riqueza específica a través de los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y 2, considerados que no asumen homogeneidad en la muestra y bootstrap que arroja resultados más precisos al estimar la riqueza de ensamblajes con gran cantidad de especies raras (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008). Además de los estimadores ACE (Vidaurre *et al.*, 2009) e ICE considerados que no suponen ningún tipo de distribución, ni se ajusta a un modelo determinado y únicamente requiere datos de presencia (Colín *et al.*, 2006).

RESULTADOS

4. Resultados

4.1 Riqueza, abundancia y diversidad

Se capturaron un total de 426 individuos de Scarabaeinae correspondientes a 10 géneros y 17 especies. Los géneros mejor representados fueron *Dichotomius* y *Eurysternus* con tres especies cada uno, mientras que *Deltochilum*, *Phanaeus* y *Oxysternon* presentaron dos especies respectivamente; y *Scybalocanthon*, *Canthidium*, *Onthophagus*, *Coprophanaeus* y *Scathimus* tienen una especie cada uno.

El mayor número de especies se registró en Bosque No Intervenido (BNI) donde se registraron 16 especies en relación con el Bosque Intervenido (BI) con 15. El número de individuos tuvo el mismo comportamiento al presentarse la mayor cantidad en BNI (282) y el menor en BI (144).

De las 17 especies encontradas, 14 especies en cuanto a su presencia tienen una distribución generalista en los dos bosques que representan el 82.35%, dos fueron exclusivas para Bosque No Intervenido (11,76%) y una especie fue exclusiva para Bosque Intervenido (5,88%).

Tabla 3. Representatividad de especies capturadas en los dos tipos de bosque.

	GENERO	BNI %	BI %
1	<i>Scybalocanthon sp.</i>	27.30	37.50
2	<i>Dichotomius sp3</i>	20.92	13.89
3	<i>Dichotomius sp2</i>	20.57	19.44
4	<i>Eurysternus caribeus</i>	12.77	9.03
5	<i>Eurysternus foedus</i>	5.67	4.86
6	<i>Dichotomius sp1</i>	2.48	1.39
7	<i>Eurysternus plebejus</i>	1.77	3.47
8	<i>Canthidium canthidium</i>	1.77	3.47
9	<i>Deltochilum sp1</i>	1.42	2.78
10	<i>Onthophagus sp.</i>	1.06	0.69
11	<i>Deltochilum sp2</i>	1.06	0.69
12	<i>Phanaeus sp2</i>	1.06	0.69
13	<i>Coprophanaeus sp.</i>	0.71	0.69
14	<i>Oxysternon sp2</i>	0.71	0.69
15	<i>Phanaeus sp1</i>	0.35	0.00
16	<i>Oxysternon sp1</i>	0.35	0.00
17	<i>Scathimus sp.</i>	0.00	0.69
	Total:	100	100

Scybalocanthon corresponde al género más abundante con 77 individuos (ver Anexo 1) y los menos abundantes son *Phanaeus* y *Oxysternon* con un individuo cada uno (Gráfico 2).

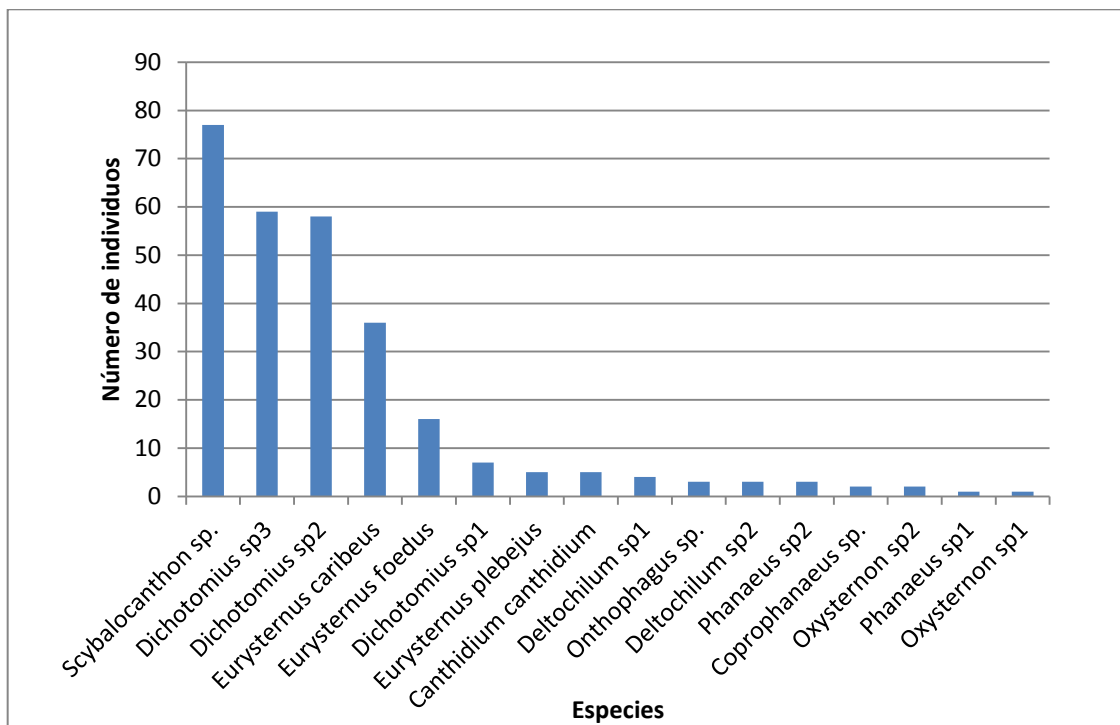


Gráfico 2. Número de individuos en Bosque no Intervenido.

En el Bosque Intervenido (BI) los individuos más abundantes corresponden a *Scybalocanthon* con 54 especímenes y los géneros menos abundantes con un individuo son *Onthophagus*, *Deltochilum*, *Phanaeus*, *Coprophanaeus*, *Oxysternon* y *Scathimus* (Gráfico 3).

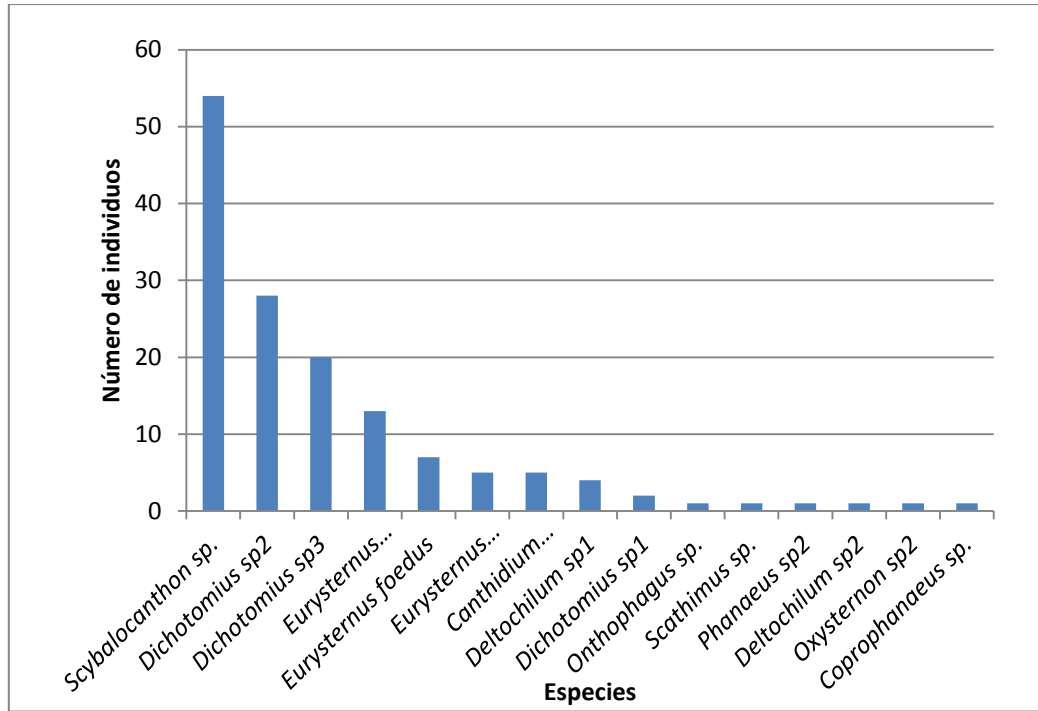


Gráfico 3. Número de individuos en Bosque Intervenido.

La curva de acumulación de especies para Bosque No Intervenido (BNI) alcanza la asíntota por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado fue correcto, se colectaron en su mayoría las especies del sitio (Gráfico 4).

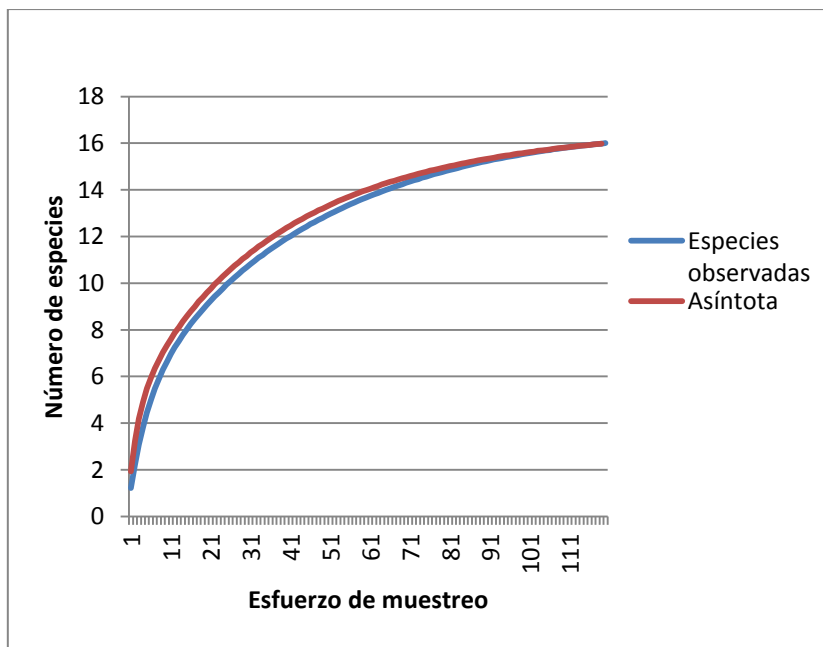


Gráfico 4. Curva de acumulación de especies en Bosque no Intervenido.

La curva de acumulación de especies para Bosque Intervenido (BI) igualmente alcanza la asíntota por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado fue correcto (Gráfico 5).

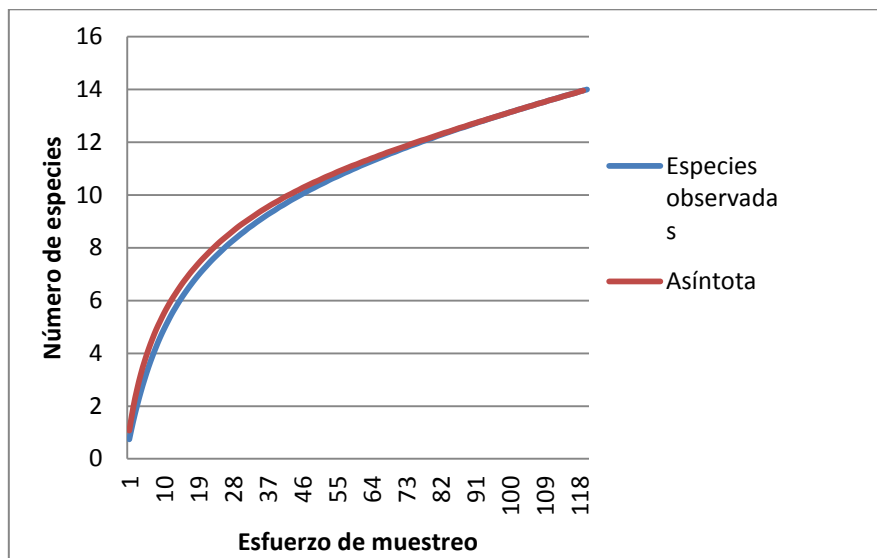


Gráfico 5. Curva de acumulación de especies en Bosque Intervenido

El índice de diversidad de Simpson (Anexo 2) en Bosque No Intervenido fue de 0.8179 siendo mayor al Bosque Intervenido de 0.7881 (Gráfico 6).

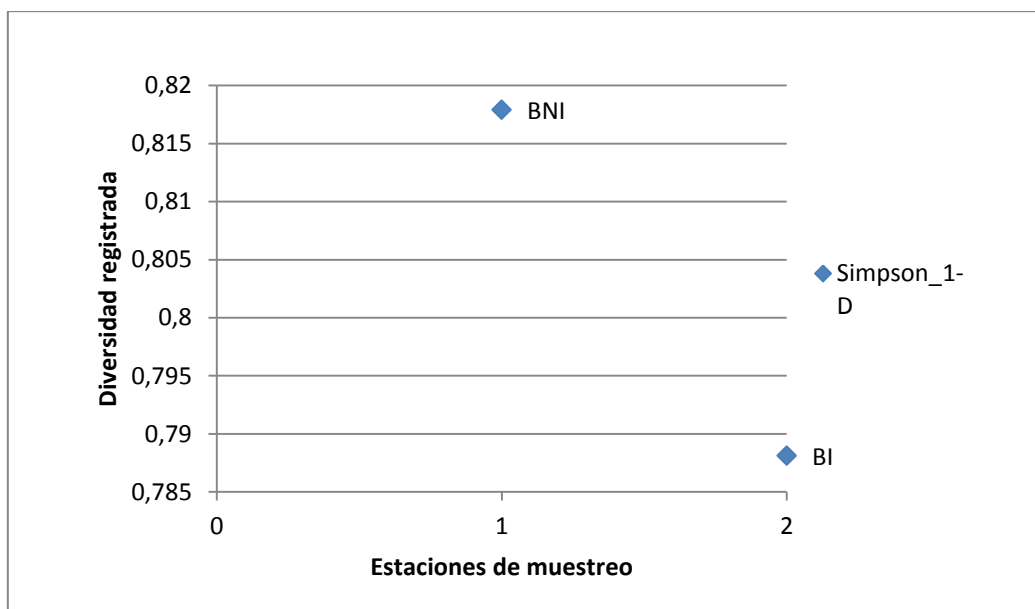


Gráfico 6. Índice de Diversidad de Simpson en los dos tipos de Bosque

En el anexo 3 los estimadores de riqueza no paramétricos en Bosque No Intervenido (BNI) muestran valores que concuerdan entre las 16 especies estimadas y observadas, siendo el valor más bajo Jack2 (16.05) y el más alto Jack1 (17.98). En el anexo 4 los estimadores no paramétricos para Bosque Intervenido (BI) muestran un valor más alto de riqueza con respecto al observado (15), Boots (14.67) y Jack2 (19.92) (Tabla 4).

Tabla 4. Estimadores no paramétricos en dos tipos de bosque.

Estimadores no paramétricos	Especies Estimadas		Especies observadas	
	BNI	BI	BNI	BI
ACE	16.8	16.6	16	15
ICE	17.2	16.87		
Chao1	16.33	16		
Chao2	16.2	15.98		
Jack1	17.98	16.97		
Jack2	16.05	19.92		
Boots	17.38	14.67		

4.2 Patrones de nidificación

De acuerdo a los patrones de nidificación de las 17 especies capturadas 11 son de hábitos cavadoras (Paracópidos), 3 rodadoras (Telecópidos) y 3 residentes (Endocópidos). En los dos tipos de bosque predominaron las especies paracópidos sobre las otras. Las especies de paracópidos están incluidas en los géneros: *Dichotomius*, *Canthidium*, *Onthophagus*, *Phanaeus*, *Coprophanaeus*, *Oxysternon* y *Scathimus*. Las especies telecópidos pertenecen a los géneros *Scybalocanthon* y *Deltochilum*. Las especies endocópidas están incluidas en el género *Eurysternus* (Tabla 5).

Tabla 5 Abundancia y hábito de relocalización del alimento de las especies encontradas en los dos tipos de Bosque.

	Género	BNI	BI	Hábito	% Total
1	<i>Scybalocanthon sp.</i>	77	54	Telecóprido	30.75
2	<i>Dichotomius sp3</i>	59	20	Paracóprido	18.54
3	<i>Dichotomius sp2</i>	58	28	Paracóprido	20.19
4	<i>Eurysternus caribeus</i>	36	13	Endocóprido	11.50
5	<i>Eurysternus foedus</i>	16	7	Endocóprido	5.40
6	<i>Dichotomius sp1</i>	7	2	Paracóprido	2.11
7	<i>Eurysternus plebeus</i>	5	5	Endocóprido	2.35
8	<i>Canthidium canthidium</i>	5	5	Paracóprido	2.35
9	<i>Deltochilum sp1</i>	4	4	Telecóprido	1.88
10	<i>Onthopagus sp.</i>	3	1	Paracóprido	0.94
11	<i>Deltocchilum sp2</i>	3	1	Telecóprido	0.94
12	<i>Phaneus sp2</i>	3	1	Paracóprido	0.94
13	<i>Coprofhaneus sp.</i>	2	1	Paracóprido	0.70
14	<i>Oxysternon sp2</i>	2	1	Paracóprido	0.70
15	<i>Phaneus sp1</i>	1	0	Paracóprido	0.23
16	<i>Oxysternon sp1</i>	1	0	Paracóprido	0.23
17	<i>Scathimus sp.</i>	0	1	Paracóprido	0.23

4.3 Factores abióticos

La Temperatura es una variable ambiental que se comportó durante los seis meses de muestreo con un valor similar siendo la más baja en el mes de julio (20.6°C) y la más alta en abril (21.6°C) (Gráfico 7).

Los datos de temperatura registrados por la Estación Meteorológica Puyo son muy generales, no reflejan lo que sucede en cada ecosistema ya que la cobertura vegetal en mayor o menor grado modifica esta variable ambiental.

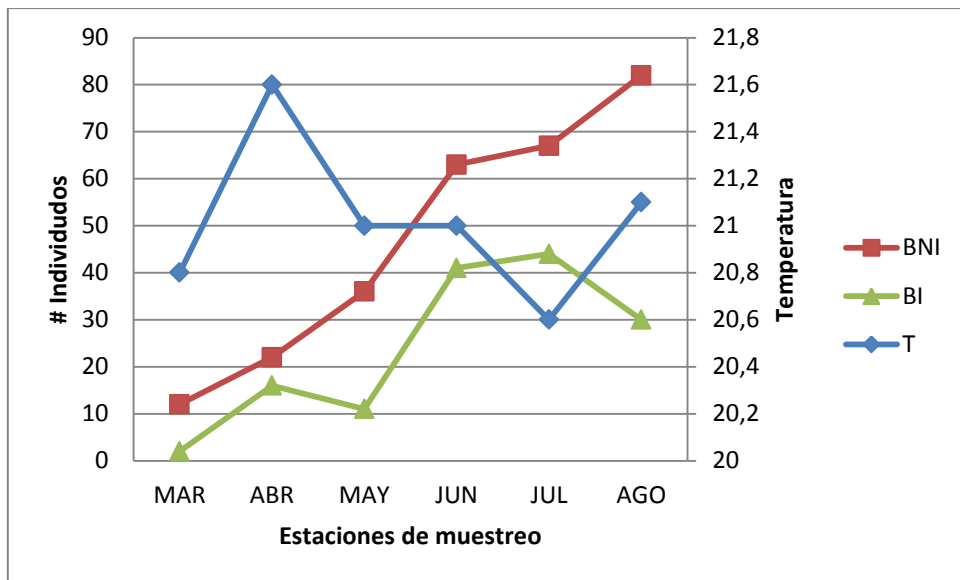


Gráfico 7. Temperatura y abundancia registradas en los dos tipos de Bosque.

La humedad relativa se comporta de manera indirecta con la temperatura; la temperatura disminuye y la humedad aumenta (Gráfico 8).

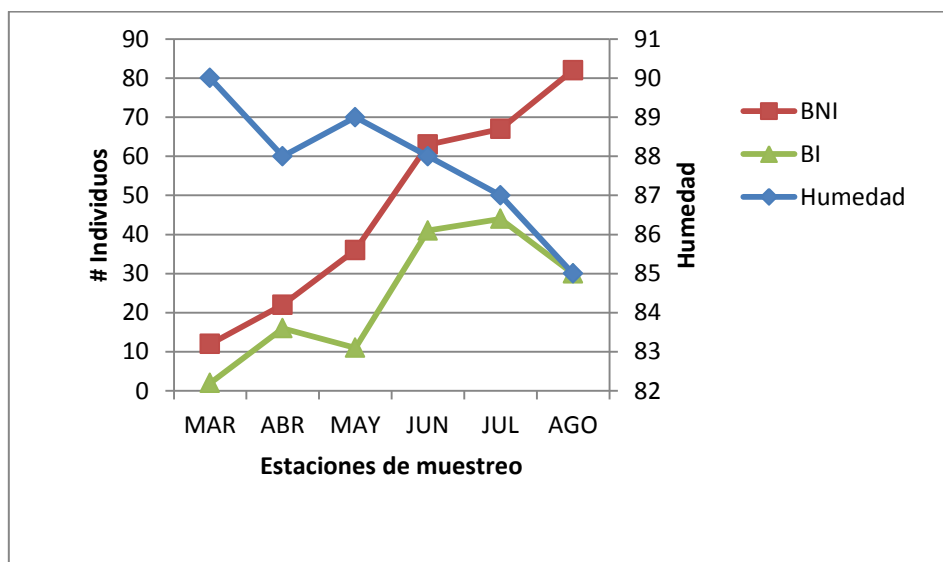


Gráfico 8. Humedad y abundancia registradas en los dos tipos de Bosque.

La precipitación es un factor ambiental bastante significativo en el muestreo realizado determinó que a mayor precipitación el número de individuos disminuyó y al disminuir la precipitación aumentó el número de individuos (Gráfico 9).

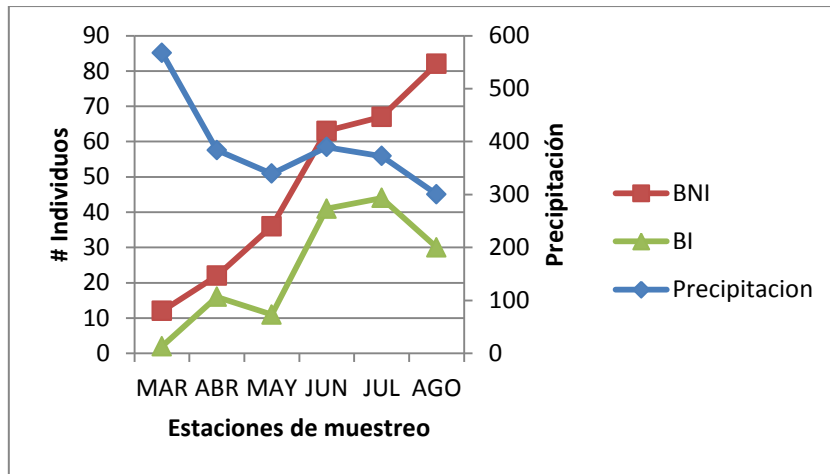


Gráfico 9. Precipitación y número de individuos registrados en los dos tipos de Bosque.

DISCUSIÓN

5. Discusión

5.1 Riqueza, abundancia y diversidad

Los bosques tropicales se caracterizan por su gran variedad de microhábitats definidos por condiciones geomorfológicas y climatológicas dominantes (Celi et al., 2004). La comunidad de Scarabaeinae presenta diferencias en cuanto a su composición y estructura en los dos tipos de bosque estudiados. Es evidente que en Bosque Intervenido los pastizales soportan comparativamente una menor riqueza y abundancia de escarabajos en relación con el Bosque No Intervenido, debido a que para la mayoría de especies típicas del bosque las áreas abiertas constituyen una barrera para el movimiento de sus poblaciones (Escobar & Chacón, 2000).

Los dos tipos de bosque seleccionados en este estudio mostraron diferencias en cuanto al número de individuos siendo mayor el registrado en Bosque No Intervenido en relación al Bosque Intervenido. La riqueza de especies también fue mayor en Bosque No Intervenido donde la vegetación es más densa y boscosa, en relación al Bosque Intervenido, esto puede ser debido a la influencia de la cobertura vegetal en la distribución de los Scarabaeinae puesto que la estratificación vertical y la densidad de la vegetación en el bosque crea temperaturas más bajas (Martínez et al., 2009) así como las características heterogéneas del paisaje.

Un estudio similar en la Cordillera del Cutucú ubicada en Amazonía suroriental del Ecuador determinó altos valores de riqueza de escarabajos Scarabaeinae así como alta variabilidad en la dominancia de las especies indicando elevados niveles de diversidad. Algunas de las especies registradas tuvo semejanza con este estudio entre las que se destacan *Canthidium*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Eurysternus caribaeus*, *Eurysternus foedus*, *Eurysternus plebejus*, *Onthophagus*, *Scybalocanthon* y *Scathimus*.

Las curvas de acumulación de especies en los dos tipos de bosque alcanzan la asíntota, en ambos casos se capturaron la mayoría de especies existentes en los dos sitios de estudio, lo que indica que hubo un adecuado esfuerzo de muestreo y la cantidad de trampas con atrayente fue correcta debido a que la curva llega a estabilizarse en la asíntota.

De acuerdo con los métodos de estimación empleados en Bosque No Intervenido las especies registradas en el muestreo fue el adecuado; por lo que el esfuerzo de muestreo fue correcto. Mientras que para Bosque Intervenido los métodos de estimación no paramétricos predicen un mayor número de especies con respecto a lo colectado. Lo que puede estar determinado según Noriega et al, 1998 por la estrecha relación entre el grado de conservación de un hábitat y su diversidad encontrando los mayores valores en las zonas más conservadas.

A pesar de que la biodiversidad es un concepto que no se puede reducir a un único número (Sarkar, 2002; Magurran, 2004). La evaluación de la eficacia de los estimadores no paramétricos con respecto a la riqueza real mostró que en Bosque No Intervenido y Bosque Intervenido los valores difieren; hay razones que sustentan el uso de la riqueza de especies como un indicador ecológico del estado general de los ecosistemas (Hellmann & Fowler, 1999, Dale & Beyeler, 2001). Los estimadores de riqueza obtenidos para los escarabajos muestran un patrón claro de respuesta para

las dos estaciones de muestreo y que puede estar relacionada con la presencia de otros organismos, que les proveen de alimento o recursos propios en cada ecosistema.

El índice de diversidad de Simpson en el Bosque No Intervenido fue alta en relación con el índice estimado para Bosque Intervenido en el cual la diversidad es medianamente alta, las diferencias de estos valores puede deberse a que los organismos responden de manera diferente a los cambios en la vegetación, recursos, luz, temperatura, humedad, suelo y precipitación. Constituyendo este grupo una potencial herramienta de evaluación de la respuesta de las comunidades a los cambios que ocurren en los ecosistemas.

5.2 Patrones de nidificación

Los escarabajos presentes en este estudio presentan diversificación en sus hábitos de alimentación en su mayoría tienen un hábito cavador o paracóprido es decir que cavan túneles donde se refugian y nidifican, posiblemente superan uno de los inconvenientes la rápida desecación de los excrementos depositados en medios abiertos, especialmente los sometidos a una fuerte insolación como lo son los ecosistemas de pastizal presentes en Bosque Intervenido (BI).

La presencia de escarabajos rodadores o telecópridos presentes con un número inferior en estos bosques se caracterizan por hacer una bolita con su alimento y llevarla hacia las galerías hechas, este evento podría estar relacionado con el comportamiento de relocalización horizontal, permitiéndoles escapar a la fuerte insolación (Escobar, 2000).

Los escarabajos endocópridos con un número similar a los rodadores son especies que se alimentan y gran parte nidifican en la misma fuente de alimento aprovechando los recursos del bosque.

La diversificación de los hábitos de alimentación de los escarabajos evita una competencia entre ellos, repartición adecuada del recurso y evitar un solapamiento espacial de las especies. La preferencia trófica junto con los patrones de nidificación, manejo de estiércol (endocópridos, telecópridos y paracópridos) y estacionalidad entre otros, funciona como un mecanismo para reducir la competencia, haciendo la coexistencia de las diversas especies de comunidad de escarabajos coprófagos en un área determinada se posible (Martín-Piera & Lobo, 1996).

5.3 Factores abióticos

La estacionalidad de los insectos es generalmente controlada por tres factores: disponibilidad de recurso, temperatura y precipitación (Wolda, 1998). Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente (Jimenez-Valverde & Hortel, 2003).

De acuerdo a las variables ambientales consideradas en este estudio: temperatura, humedad y precipitación; los resultados demuestran que la precipitación fue un factor preponderante en la abundancia de los escarabajos en los dos tipos de bosque.

Durante los meses con alta precipitación en Bosque Intervenido los suelos compactos impiden que el agua pueda filtrarse naturalmente inundando parcialmente las áreas de estudio; el efecto de la

lluvia marca un pulso importante en la dinámica de los bosques (Remsen y Parker, 1983). Factor ambiental influyente en la disminución de escarabajos en este tipo de bosque.

La humedad es un factor ambiental que tiene relación directa con la temperatura durante el muestreo realizado al disminuir la humedad aumento la temperatura, determinando que en los meses con menor humedad y mayor temperatura se colectaron un mayor número de escarabajos.

Al establecer una comparación entre este estudio realizado en la Amazonía ecuatoriana con la Estación Biológica Caparú (Departamento Vaupés) y en Caño Bocón (Departamento del Guainía) en la Amazonía colombiana, se registra una mayor diversidad de Scarabaeinae en bosques de tierra firme con una notable disminución en zonas de inundación y sabana (Escobar, 2000). Por lo que existe relación de los escarabajos coprófagos con las condiciones abióticas (precipitación, humedad y temperatura).

Por otro lado en el muestreo realizado se registraron en los dos tipos de bosque 14 especies eurotípicas con amplios rangos de tolerancia y tres especies estenotípicas *Phanaeus* sp1 y *Oxysternon* sp1 específica para Bosque No Intervenido y *Scathimus* específica en bosque intervenido.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- La riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos está estrechamente relacionada al tipo de vegetación e igualmente está asociada a las condiciones climáticas de temperatura, humedad y precipitación.
- La actividad de gremio Scarabaeinae en sus preferencias alimenticias es importante para entender o explicar su rol ecológico en el ambiente por ser potenciales dispersores secundarios de semillas.
- La presencia de especies eurotípicas con amplios rangos de tolerancia es valioso en este estudio así como la presencia especies estenotípicas *Phanaeus* sp, *Oxysternon* sp1 y *Scathimus* sp. como especies específicas para determinado sitio de muestreo. Lo cual corrobora la utilidad de estas especies como indicadoras por los patrones de distribución como especies puntuales o generalistas contribuyendo a medir y monitorear la calidad de los ecosistemas existentes en los bosques piemontanos que presenta la Estación Biológica Pindo Mirador.

RECOMENDACIONES

7. Recomendaciones

- Incrementar el número de muestreos en el tiempo y espacio con la finalidad de obtener la mayor cantidad de datos en épocas y sitios diversos.
- Realizar estudios de escarabajos coprófagos en diferentes gradientes altitudinales para conocer la diversidad y riqueza así como cambios que puede sufrir esta comunidad.
- Monitorear el comportamiento de los escarabajos coprófagos para conocer la dinámica poblacional de este grupo en el bosque de la Estación Biológica.
- Realizar análisis multivariantes que ayuden a explicar el comportamiento de la comunidad de escarabajos.

BIBLIOGRAFÍA

8. Bibliografía

- Aguilar, N. 1999. Criterios e indicadores de sostenibilidad ecológica: caracterización de la respuesta de dos grupos de insectos como verificadores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.
- Bermudez, T. y J. Florez. 2003. Monitoreo de sostenibilidad ecológica en plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis*), Guanacaste, Costa Rica. 13 pp.
- Bustos, L. & Lopera, A. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). En Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento. G. Onore, P. Reyes-Castillo & M. Zunino (comp.). m3m: Monografías Tercer Milenio vol. 3, SEA, Zaragoza: 59 – 65.
- Cabezas, F. 1996. Introducción a la Entomología. Editorial Trillas: UAAN. México.
- Carvajal, V.; Villamarin, S. & Ortega, A. 2011. Libro Escarabajos del Ecuador: Principales géneros. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Celi, J., Terneus E., Torres, J. & Ortega, M. 2004. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) Diversity in an Altitudinal Gradient in the Cutucú Range, Morona Santiago, Ecuadorian Amazon.
- Colwell, R. 2009. EstimateS, versión 7: Estimación estadística de riqueza de especies y las especies compartidas a partir de muestras (software y Guía del usuario).
- Curtis, H. y Barnes, A. 2001. Biología. Editorial Panamericana S.A. Madrid - España.
- De la Fuente, J.A. 1994. Zoología de Artrópodos. Interamericana. Mc Graw-Hill. Madrid-España.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte de Tolima, Colombia *Caldasia* 19:419-430.
- Escobar, F. & Chacón, P. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista Biología Tropical* 48(4):961-975.
- Escobar, F. 2000. Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la Reserva Natural Nukak Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 79: 103 – 121.
- Favila, M. & Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta. Zool. Mex.* (n.s) 72:1-25.
- Forsyth, A.; Spector, B.; Gill, F. & Ayzama, S. 1998. Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Pp. 191-200. en: T.J. KILLEEN & T. S. SCHULENBERG (Eds.). A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. Rapid Assessment Program 10, Conservation Internacional. Washington. D.C.
- Gara, R. & Onore, G. 1989. Entomología forestal. Proyecto DINAF-AID, Quito, Ecuador.
- García, J. & Pardo, L. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes Occidentales Colombianos. Lima. Perú.

- Gasca, H. 2002. Crecimiento y desarrollo de *Dynastes hercules* L. (Coleoptera: elolonthidae: Dynastinae); un estudio parcial de su ciclo de vida. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Gotelli, N. & Colwell, R. 2001. La cuantificación de la biodiversidad: Procedimientos y dificultades en la medición y comparación de la riqueza de especies *Ecology Letters* 4 .379-391.
- Halffter, G. & Matthew, E. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomologica* 12-14: 1-312.
- Halffter, G. & Edmonds, D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeidae). Instituto de Ecología, México DF.
- Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* 82: 195-238.
- Halffter, G & Favila, M. 1991. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), and animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscaped. *Biology International.* 27:15-21.
- Hamel, A.; Herzog, S.; Mann, D.; Larsen, T.; Gill, B.; Edmonds, W. & Spector, S. 2009. Distribución e Historia Natural de Escarabajos Coprofagos de la tribu Phanaeini (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Bolivia.
- Hanski, I. 1991. The dung insect community. In: *Dung beetles ecology.* Hanski, I y Y. Camberfort (eds.) Princenton, New Jersey.
- Heino, J.; Muotka, T.; Paavola, R. & Paasivirta, L. 2003. Among-taxon congruence in biodiversity patterns: can stream insect diversity be predicted using single taxonomic groups? *Canadian Journal of the fisheries and aquatic sciences* 60: 1039 – 1049.
- Hellmann, J.J. & Fowler, G. W. 1999. Dias, precision, and accuracy of four measures of species richness. *Ecological Applications* 9: 824-834.
- Hernández, B.; Maes, M.; Harvey, C.; Vilchez, S. & Medina, A. 2003. Abundancia y Diversidad de Escarabajos Coprófagos. Nicaragua.
- Hickman, C., Roberts, L., & Larson, A. 2002. *Principios Integrados de Zoología.* Mc Graw Hill Interamericana. Madrid - España.
- Hilt, N. & Fiedler, K. 2005. Diversity and composition of Arctiidae ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. *Diversity and*
- Jiménez, A. & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151 – 161.
- Klein, B. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70(6): 1715-1725.
- Larrea, M. 2008. *Derecho ambiental ecuatoriano.* Ediciones Prima. Quito- Ecuador.
- Lumaret, J. 1978. “Biogéographie et écologie des scarabéides coprophages du sud de la France”. Thèse Doct. És-Sc. Université Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France. Vol 1 - 2.
- López-Guerrero, I. 2007. Los *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae, Dichotomini) de la fauna de México. *Bol. de la Soc. Ent. Aragon.*, **36**: 125-209.

- Luzuriaga, Carmen. 2007. Diagnóstico de Flora. Estación Biológica Pindo- Mirador. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador.
- Martínez, N., García, H., Pulido, L., Ospino, D. y Narvaez, J. 2009. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia. *Entomology Neotropical* 38: 708-715.
- Martín Piera, F. 2000. Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango en insectos. *En: F. MARTÍN PIERA, J.J.MORRONE y A. MELIC (eds.) Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica:*
- Martín-Piera F. y Lobo, J. M. 1996. Altitudinal distribution patterns or copro-necophage scarabaeoidea (Coleoptera) in Veracruz, México. *The Coleopterist Bulletin* 47 (4):321-334.
- Mc Geoch, M., Van Rensburg B J. y Botes, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem, *Journl of Applied Ecology*, (39)661-672.
- MC Gavin, G. 1997. Expedition Field Techniques. Insects and other terrestrial artropods. Expedition Advisory Centre. London. U.K. 94 pp.
- Medina, C. & Lopera, A. 2000.Clave Ilustrada para la Identificación de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. Colombia.
- Medina, C.; Lopera, A.; Vítolo, A. & Gill, B. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombian*,a2(2):131-144.
- Ministerio de Ambiente Ecuatoriano. 2010. Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito. Ecuador.
- Morón, M.A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Entomológica de España, Zaragoza, 204 pp.
- Navarrete, J. 2001. “Escarabajos del estiércol y la antropización del paisaje”. *Tópicos Sobre Coleoptera de México*. Universidad de Guadalajara. Centro de Estudios de Zoología.
- Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Laesen, S. Amezquita y M. E. Favila. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Noriega, J.; Realpe, E.; Fagua, G. 2007. Diversidad de Escarabajos Coprófagos. Bogotá. Colombia.
- Noss, R.F. 1990. A regional landscape approach to maintain diversity. *Bio-Science* 33: 700-706.
- Organización de Estados Americanos, OEA (2004). Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica. Cuarto informe Nacional. Argentina
- Paton, S.; Castro, I. & Whelan, P. 1994. Introducción a la Bioestadística de Campo. Estación Científica Charles Darwin. Galápagos. Ecuador.
- Primack, R., Rozzi, R., Feisinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Pulido, L. 2009. Diversidad y distribución potencial de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) bajo escenarios de cambio climático en un paisaje fragmentado al Sur de Costa Rica.

- Ruíz, L. 2000. Amazonía ecuatoriana: escenario y actores 2000. EcoCiencia, Comité Ecuatoriano de la UICN. Quito-Ecuador.
- Sarkar, S. 2002. Defining “biodiversity”: assessing biodiversity. *The Monist*, 85: 131-135.
- Sierra, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. 2da. Impresión (2001). Proyecto INEFAN/GEF y EcoCiencia. Quito.
- Smith, L. & Thomas Smith. 2006. Ecología. 2da Edición. Pearson Educación. Madrid.
- Solis, A. s/a. Métodos y técnicas de recolecta para coleópteros Scarabaeoideos. Santa Domingo-Costa Rica.
- Tapia, A. & Gomez, I. 2004. Preferencias por fecas de tapir (*Tapirus terrestris*) de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en tres localidades de bosque amazónico. Puyo. Ecuador.
- Terborgh, J. 1971. Distribution on Environmental Gradients: Theory and a Preliminary Interpretation of Distributional Patterns in the Avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. *Ecology*, 52 (1): 23-40.
- Vaz-De-Mello, F. & Edmonds, W. 2007. *Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas* (versión 2.0 Español).
- Vaz-De-Mello, F.; Edmonds, W. Ocampo, F.; & Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae).
- Vidaurre, T., Ldezma, J. y Vaz De Mello, F. 2009. Primer reporte de Eudinopusdytisoides Schreiber, (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Canthonini): 3-20 pp. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s). (en prensa). Santa Cruz, Bolivia.
- Villamarin, S. 2010. Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. Ecuador.

ANEXOS

9. Anexos

Anexo 1. Abundancia de especies para los dos tipos de bosque.

	Género	BNI	BI
1	<i>Scybalocanthon sp.</i>	77	54
2	<i>Dichotomius sp3</i>	59	20
3	<i>Dichotomius sp2</i>	58	28
4	<i>Eurysternus caribeus</i>	36	13
5	<i>Eurysternus foedus</i>	16	7
6	<i>Dichotomius sp1</i>	7	2
7	<i>Eurysternus plebejus</i>	5	5
8	<i>Canthidium canthidium</i>	5	5
9	<i>Deltochilum sp1</i>	4	4
10	<i>Onthophagus sp.</i>	3	1
11	<i>Deltocchilum sp2</i>	3	1
12	<i>Phanaeus sp2</i>	3	1
13	<i>Coproghanaeus sp.</i>	2	1
14	<i>Oxysternon sp2</i>	2	1
15	<i>Phanaeus sp1</i>	1	0
16	<i>Oxysternon sp1</i>	1	0
17	<i>Scathimus sp.</i>	0	1
		282	144

Anexo 2. Índice de Simpson

INDICES	BI	BNI
Taxa_S	16	15
Individuals	282	144
Dominance_D	0.1821	0.2119
Simpson_1-D	0.8179	0.7881
Shannon_H	1.983	1.924
Evenness_e^H/S	0.454	0.4565
Brillouin	1.889	1.778
Menhinick	0.9528	1.25
Margalef	2.659	2.817
Equitability_J	0.7152	0.7104
Fisher_alpha	3.675	4.213
Berger-Parker	0.273	0.375

Anexo 3. Estimadores no paramétricos para Bosque No Intervenido

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
2.21	2.17	1.39	2.17	1.08	0	1.08
3.57	5.21	2.61	3.55	2.89	2.89	2.45
4.5	7.64	3.41	4.43	4.05	4.71	3.26
5.71	9.14	4.32	5.53	5.42	6.51	4.31
7.18	11.81	5.68	6.8	6.84	8.22	5.46
8.11	12.8	6.51	7.76	7.71	9.3	6.16
8.46	12.51	7.07	8.07	8.06	9.56	6.52
8.76	11.53	7.51	8.44	8.54	9.95	7.01
9.09	11.6	8.01	8.83	8.95	10.57	7.32
9.26	11.56	7.97	8.57	9.31	10.84	7.69
9.29	11.29	8.07	8.84	9.53	11.01	7.92
9.57	11.47	8.45	9.55	9.92	11.63	8.25
10.02	11.51	8.84	9.78	10.15	11.73	8.51
10.43	12.01	9.46	10.54	10.56	12.25	8.85
10.59	12	9.71	10.94	10.85	12.69	9.1
11.23	12.58	10.28	11.31	11.32	13.29	9.49
11.73	12.8	10.9	11.91	11.69	13.77	9.79
12.39	13.01	11.44	12.12	11.92	14.15	9.97
13.11	13.4	11.84	12.33	12.26	14.58	10.24
13.36	13.17	12.02	12.37	12.31	14.57	10.32
13.76	13.47	12.22	12.9	12.52	14.87	10.48
14.31	13.75	12.77	13.28	12.73	15.14	10.67
14.6	13.97	12.96	13.57	12.99	15.51	10.87
15.06	14.28	13.76	14.26	13.32	15.88	11.15
15.73	14.47	13.61	14.54	13.54	16.09	11.35
15.29	14.5	13.28	14.33	13.73	16.25	11.54
15.71	14.81	13.58	14.71	13.97	16.59	11.71
16.23	15.08	13.55	14.48	14.23	16.81	11.95
16.35	15.23	13.7	14.67	14.32	16.79	12.06
16.25	15.2	13.67	14.54	14.38	16.79	12.14
16.01	15.28	13.75	14.62	14.51	16.93	12.25
16.23	15.62	13.77	14.65	14.73	17.09	12.47
16.23	15.64	13.6	14.43	14.72	16.98	12.5
16.64	15.94	13.59	14.66	14.92	17.21	12.66
16.66	16.15	13.59	14.69	15.04	17.3	12.79
16.7	16.4	13.64	15.05	15.28	17.58	13
16.65	16.43	13.9	15	15.47	17.8	13.17
16.86	16.62	14.07	15.18	15.59	17.96	13.28

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
16.94	17.1	14.17	15.56	15.85	18.27	13.49
17.01	17.15	14.15	15.41	15.91	18.29	13.56
16.76	17.31	14.12	15.48	16.05	18.4	13.7
17.13	17.86	14.56	15.71	16.33	18.76	13.93
17.17	17.91	14.6	15.47	16.34	18.71	13.96
17.46	18.2	14.9	15.85	16.52	18.87	14.12
17.78	18.68	15.13	16.12	16.72	19.19	14.27
17.8	19.17	15.31	16.54	16.9	19.39	14.43
17.55	19.13	15.16	16.48	16.9	19.28	14.48
17.69	19.31	15.21	16.61	17.05	19.46	14.59
17.9	19.35	15.28	16.79	17.15	19.62	14.66
17.54	19.46	15.21	17.02	17.23	19.69	14.75
17.26	19.21	15.11	16.64	17.23	19.58	14.8
17.2	19.55	15.09	16.7	17.39	19.78	14.93
17.12	19.54	15.07	16.73	17.39	19.76	14.95
17.07	19.4	15.04	16.53	17.48	19.86	15.03
16.97	19.23	15.07	16.44	17.48	19.73	15.08
17.19	19.55	15.35	16.94	17.7	20.07	15.25
17.3	19.63	15.48	17.02	17.74	20.09	15.31
17.11	19.25	15.53	16.95	17.66	19.88	15.31
17.31	19.21	15.66	17.01	17.77	20	15.41
17.23	18.88	15.75	16.96	17.85	19.93	15.53
17.05	18.84	15.83	17.11	17.87	20.03	15.54
16.8	18.51	15.76	16.96	17.77	19.7	15.55
16.81	18.51	15.82	16.87	17.85	19.71	15.65
16.82	18.35	15.89	16.89	17.82	19.6	15.66
16.73	18.05	15.72	16.81	17.78	19.44	15.68
16.64	17.89	15.64	16.73	17.76	19.33	15.69
16.58	17.73	15.72	16.54	17.74	19.21	15.73
16.59	17.78	15.77	16.6	17.76	19.2	15.77
16.58	17.62	15.81	16.51	17.72	19.08	15.77
16.6	17.61	15.76	16.59	17.71	18.93	15.79
16.66	17.8	15.73	16.41	17.87	19.05	15.94
16.82	17.85	15.92	16.46	17.95	19.09	16.02
16.78	17.72	15.91	16.4	17.99	19.11	16.08
16.8	17.7	15.97	16.44	17.99	19.11	16.09
16.77	17.6	16.03	16.41	18.01	19.04	16.14
16.83	17.76	16.18	16.52	18.15	19.16	16.26
16.67	17.42	16.02	16.27	18.01	18.66	16.26
16.63	17.46	15.99	16.29	18.03	18.62	16.3

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
16.67	17.44	16	16.25	18.02	18.46	16.33
16.57	17.25	15.99	16.11	17.88	18.11	16.29
16.61	17.29	16.09	16.24	17.96	18.23	16.37
16.59	17.3	15.95	16.16	17.96	18.1	16.41
16.53	17.26	15.94	16.15	17.94	17.98	16.44
16.52	17.21	15.99	16.2	17.92	17.94	16.44
16.51	17.23	16.02	16.22	17.94	17.96	16.46
16.43	17.16	15.85	16.01	17.88	17.73	16.46
16.48	17.25	15.88	16.09	17.98	17.79	16.56
16.49	17.32	15.91	16.13	18.02	17.77	16.62
16.46	17.24	15.92	16.1	17.99	17.67	16.62
16.46	17.21	15.92	16.09	17.99	17.57	16.65
16.49	17.27	15.95	16.12	18.03	17.69	16.67
16.49	17.24	15.96	16.07	18.01	17.58	16.69
16.58	17.32	16.05	16.15	18.09	17.6	16.78
16.58	17.28	16.07	16.14	18.07	17.58	16.78
16.65	17.37	16.18	16.23	18.15	17.7	16.85
16.61	17.36	16.13	16.25	18.11	17.58	16.85
16.67	17.43	16.21	16.3	18.17	17.62	16.91
16.7	17.51	16.28	16.4	18.25	17.74	16.98
16.65	17.46	16.19	16.38	18.19	17.52	16.98
16.67	17.46	16.25	16.43	18.19	17.56	16.99
16.67	17.47	16.21	16.44	18.21	17.5	17.04
16.73	17.5	16.29	16.42	18.23	17.48	17.08
16.67	17.44	16.23	16.36	18.17	17.36	17.07
16.69	17.43	16.31	16.42	18.17	17.4	17.08
16.79	17.57	16.4	16.52	18.25	17.46	17.15
16.77	17.52	16.34	16.47	18.24	17.33	17.18
16.83	17.58	16.4	16.51	18.3	17.37	17.24
16.85	17.53	16.57	16.46	18.28	17.27	17.26
16.85	17.52	16.51	16.45	18.32	17.23	17.33
16.89	17.56	16.56	16.47	18.34	17.19	17.37
16.88	17.58	16.54	16.47	18.34	17.13	17.39
16.9	17.57	16.56	16.46	18.34	17.11	17.4
16.86	17.48	16.46	16.41	18.26	16.96	17.37
16.8	17.37	16.47	16.3	18.16	16.66	17.35
16.78	17.32	16.45	16.25	18.1	16.5	17.33
16.73	17.25	16.36	16.21	18.02	16.33	17.31
16.72	17.18	16.27	16.17	17.96	16.13	17.32
16.72	17.14	16.27	16.16	17.92	16.01	17.32

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
16.71	17.13	16.25	16.15	17.9	15.95	17.32
16.8	17.2	16.33	16.2	17.98	16.05	17.38

Anexo 4. Estimadores no paramétricos para Bosque Intervenido.

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
2.59	2.61	1.59	2.61	1.16	0	1.16
4.86	5.91	3.31	4.24	3.16	3.16	2.66
5.68	7.09	4.02	5.04	4.21	4.92	3.36
5.6	7.35	4.15	5.36	4.77	5.74	3.79
5.66	7.99	4.35	5.73	5.31	6.41	4.21
5.52	7.97	4.51	5.65	5.56	6.62	4.46
6.22	9.26	5.14	6.42	6.26	7.54	4.99
6.23	9.32	5.04	6.37	6.41	7.67	5.14
6.08	9.33	4.98	6.11	6.48	7.47	5.29
6.41	9.46	5.22	6.03	6.79	7.74	5.57
6.46	9.05	5.32	5.92	6.99	7.85	5.8
7.09	9.91	6	6.63	7.58	8.57	6.29
7.47	10.06	6.46	7.08	7.86	8.82	6.55
7.74	10.26	6.62	7.36	8.15	9.21	6.81
8.18	9.85	6.95	7.53	8.34	9.42	6.99
8.48	10.21	7.11	8.06	8.7	10.01	7.24
8.65	10.33	7.29	8.3	8.91	10.28	7.42
8.64	10.37	7.42	8.29	9.02	10.41	7.52
9.15	10.6	7.81	8.9	9.4	10.89	7.85
9.39	10.96	8.04	8.98	9.63	11.05	8.1
9.76	11.32	8.34	9.26	9.99	11.4	8.42
10.23	11.88	8.66	10.05	10.3	11.92	8.64
10.29	12.08	8.81	10.35	10.56	12.37	8.84
10.71	12.45	9.13	10.89	10.76	12.63	9.01
10.93	12.55	9.46	11.12	11.04	13.04	9.22
11.14	12.7	9.5	11.27	11.15	13.21	9.31
11.11	12.53	9.46	10.98	11.29	13.25	9.47
11.21	12.38	9.55	10.78	11.32	13.19	9.53
11.43	12.64	9.59	10.98	11.48	13.34	9.69
11.87	13.24	9.84	11.44	11.8	13.83	9.91
11.77	13.21	10.11	11.32	11.93	13.92	10.04
11.76	13.16	10.17	11.29	11.99	13.89	10.12

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
11.88	13.17	10.3	11.31	12.07	13.98	10.2
12.05	13.22	10.42	11.47	12.12	14.01	10.27
12.16	13.27	10.52	11.68	12.2	14.11	10.34
12.09	13.23	10.37	11.73	12.3	14.18	10.43
12.18	13.25	10.45	11.88	12.39	14.26	10.51
12.21	13.34	10.66	11.83	12.43	14.31	10.56
12.48	13.53	10.96	12.23	12.67	14.66	10.75
12.59	13.76	11.1	12.4	12.77	14.84	10.82
12.64	13.85	11.2	12.52	12.83	14.98	10.86
12.64	13.85	11.08	12.48	12.82	14.87	10.88
12.63	13.78	11.21	12.48	12.92	14.92	11
12.68	13.69	11.23	12.37	12.92	14.73	11.06
12.92	13.84	11.41	12.53	13.12	14.94	11.23
12.98	13.97	11.39	12.42	13.24	15	11.35
12.98	14	11.57	12.79	13.36	15.14	11.46
13.17	14.11	11.73	12.79	13.45	15.19	11.54
13.25	14.29	11.77	13.07	13.61	15.44	11.65
13.23	14.28	11.68	13.14	13.69	15.47	11.74
13.32	14.42	11.92	13.55	13.81	15.71	11.84
13.31	14.39	11.72	13.27	13.81	15.63	11.87
13.52	14.51	12.08	13.56	13.95	15.83	12
13.72	14.79	12.3	13.72	14.11	16.07	12.12
13.8	14.78	12.44	13.44	14.13	16.05	12.17
13.71	14.57	12.38	12.99	14.06	15.79	12.16
13.84	14.67	12.47	13.04	14.12	15.87	12.21
14.13	14.89	12.86	13.46	14.36	16.3	12.36
14.19	14.93	12.89	13.49	14.42	16.34	12.43
14.23	14.96	12.98	13.58	14.44	16.32	12.46
14.3	15.08	13.06	13.7	14.52	16.48	12.51
14.42	15.29	13.18	14	14.72	16.84	12.65
14.52	15.38	13.46	14.03	14.78	16.88	12.72
14.64	15.54	13.59	14.14	14.94	17.1	12.84
14.77	15.67	13.78	14.53	15.02	17.24	12.9
14.87	15.75	13.85	14.51	15.08	17.26	12.97
14.83	15.73	13.93	14.52	15.08	17.16	13
14.95	15.86	14.04	14.62	15.16	17.25	13.07
14.83	15.76	14	14.59	15.12	17.21	13.05
14.71	15.7	13.86	14.39	15.09	17.11	13.05
14.66	15.69	13.85	14.51	15.07	17.17	13.04
14.74	15.76	13.93	14.59	15.13	17.25	13.08

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
14.97	16.16	14.35	15.26	15.43	17.76	13.28
14.95	16.09	14.29	15.17	15.39	17.67	13.27
14.79	15.85	14.22	14.99	15.27	17.34	13.24
14.8	15.83	14.25	15.04	15.29	17.41	13.26
14.9	15.9	14.41	15.24	15.37	17.65	13.3
15.02	15.88	14.63	15.19	15.45	17.77	13.36
15.02	15.82	14.69	15.35	15.43	17.71	13.37
15.05	15.87	14.81	15.12	15.47	17.75	13.41
15.16	15.9	14.92	15.2	15.55	17.83	13.48
15.29	15.9	15.05	15.23	15.61	17.84	13.55
15.37	15.99	15.08	15.27	15.67	17.9	13.6
15.34	15.87	15.01	15.22	15.62	17.74	13.58
15.37	15.85	15.13	15.23	15.64	17.78	13.6
15.33	15.76	15.13	15.09	15.6	17.72	13.58
15.43	15.85	15.38	15.19	15.72	17.92	13.67
15.44	15.83	15.49	15.37	15.76	18.08	13.69
15.44	15.8	15.38	15.2	15.76	17.96	13.73
15.38	15.78	15.34	15.19	15.76	17.98	13.74
15.3	15.73	15.32	15.26	15.72	17.89	13.72
15.35	15.75	15.41	15.38	15.74	17.91	13.74
15.45	15.84	15.53	15.49	15.82	18.05	13.8
15.48	15.86	15.6	15.58	15.84	18.15	13.81
15.47	15.78	15.5	15.29	15.82	18.07	13.82
15.52	15.84	15.49	15.28	15.88	18.13	13.86
15.59	15.92	15.61	15.46	15.96	18.33	13.91
15.64	15.97	15.79	15.57	16	18.41	13.93
15.54	15.88	15.75	15.35	15.96	18.33	13.92
15.53	15.84	15.77	15.31	15.94	18.29	13.91
15.68	15.97	15.93	15.5	16.08	18.53	14.01
15.77	16.09	15.92	15.5	16.18	18.67	14.08
15.85	16.13	16.1	15.64	16.22	18.78	14.1
15.96	16.23	16.3	15.77	16.3	18.92	14.15
15.96	16.22	16.21	15.85	16.32	18.98	14.17
15.91	16.17	16.2	15.84	16.3	18.94	14.16
15.99	16.22	16.44	15.88	16.36	19.04	14.2
16.15	16.37	16.59	16.03	16.48	19.24	14.28
16.3	16.54	16.74	16.17	16.62	19.48	14.38
16.23	16.47	16.46	16.01	16.58	19.4	14.36
16.28	16.53	16.51	16.15	16.62	19.48	14.39
16.24	16.49	16.37	16.12	16.61	19.46	14.38

ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean
16.32	16.55	16.33	16.17	16.67	19.54	14.43
16.22	16.47	16.05	15.89	16.63	19.43	14.42
16.17	16.45	15.91	15.76	16.61	19.37	14.41
16.4	16.69	16.07	15.94	16.79	19.64	14.53
16.54	16.82	16.04	15.92	16.91	19.77	14.63
16.54	16.82	16.04	15.95	16.91	19.81	14.63
16.54	16.82	16.04	15.97	16.91	19.83	14.63
16.6	16.87	16	15.98	16.97	19.92	14.67