

**DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL ENSAMBLAJE DE
ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)
EN EL RELLENO SANITARIO CLAUSURADO DE VERACRUZ (RSCV),
SANTA MARTA - COLOMBIA**

ELKIN HERNANDEZ ROLONG

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA - COLOMBIA**

2011

**Dinámica espacio-temporal del ensamblaje de escarabajos coprófagos
(SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) en el relleno sanitario clausurado de
Veracruz, Santa Marta - Colombia**

Director

**M.Sc. JORGE ARI NORIEGA
Universidad de Los Andes**

Codirector

**HECTOR GARCIA - Q.
Universidad del Magdalena**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA - COLOMBIA
2011**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre presente en cada uno de mis actos.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida, siendo el estímulo para progresar.

Quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera me colaboraron en la realización de esta investigación, en especial al biólogo Héctor García por su constante apoyo, por sus deseos de ayudarme y por su amistad.

A mi hermosa novia Eliana Barrios por su apoyo y amor hacia mí, por darme día a día ánimo y valor para lograr mis metas y nunca dejarme caer.

A mis amigos shilenne Ortiz, José Hernández, por su colaboración tanto en la fase de campo como en la fase de análisis y por siempre brindarme su amistad.

A todas aquellas personas que durante mi etapa de estudiante me brindaron su colaboración y amistad.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION..... | 5 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 7 |
| JUSTIFICACIÓN | 8 |
| OBJETIVOS | 10 |
| General..... | 10 |
| Específicos | 10 |
| MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| ANTECEDENTES | 13 |
| METODOLOGIA..... | 15 |
| Área de estudio | 15 |
| Muestreos..... | 17 |
| Técnica de captura..... | 17 |
| Colecta manual..... | 18 |
| Preservación y determinación de individuos colectados | 18 |
| Composición de las especies | 19 |
| Análisis de datos | 19 |
| Representatividad del muestreo | 19 |
| Riqueza | 19 |
| Estructura de la comunidad..... | 20 |
| RESULTADOS | 21 |
| Representatividad del muestreo | 21 |
| Composición y riqueza de especies | 21 |
| Estructura de la comunidad..... | 24 |
| Análisis estadístico..... | 25 |
| Observación de la precipitación con respecto a la abundancia..... | 30 |
| CONSIDERACIONES FINALES..... | 31 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 36 |
| ANEXOS..... | 49 |

INTRODUCCION

Los escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae representan un grupo de mucho interés debido a su importancia como diseminadores secundarios de semillas de mamíferos y herbívoros (Halffter & Edmonds 1982), por ello los grandes esfuerzos por entender las dinámicas propias de los ensamblajes de escarabajos coprófagos, esta actividad los convierte en un grupo de animales importantes, debido a que contribuyen al reciclaje de nutrientes y al control de posibles vectores de parásitos y enfermedades (Waterhouse 1974, Estrada & Coates-Estrada 1991, Cambefort & Hanski 1991), también son utilizados en diferentes campos de la investigación biológica en Colombia por ser un grupo focal, en evaluaciones ecológicas rápidas y monitoreos de la biodiversidad de un área determinada, así como su uso en el momento de desarrollar ejercicios sobre metodologías de muestreos y estimativos de diversidad (Halffter & Favila 1993, Favila & Halffter 1997, Villarreal *et al.* 2006). En los trópicos los escarabajos coprófagos están determinados como uno de los grupos más importantes de insectos que como recurso alimenticio utilizan los excrementos de mamíferos omnívoros y herbívoros (Halffter & Halffter 1989). El excremento es el principal alimento tanto de las larvas como de los adultos y también lo utilizan para ovopositar (Cambefort & Hanski 1991), aunque también pueden alimentarse de carroña, frutas y restos vegetales en descomposición (Morón 1984).

Davis *et al.* (2001) caracterizó a la familia Scarabaeidae como un grupo que responde de manera directa a la estructura del hábitat y a las comunidades presentes en él; por lo que, este grupo se utiliza como agente bioindicador de perturbaciones en diferentes hábitats. Las perturbaciones cumplen una importante tarea en el origen y mantenimiento de la riqueza de los ecosistemas, lo cual depende de su frecuencia, intensidad y tamaño intermedios, las alteraciones pueden ser originadas por el ambiente o por el hombre (Huston, 1994). Trabajos como los de Braun-Blanquet (1979), Rangel, (1991), promueven la idea que las perturbaciones originan estadios de sucesión, lo cual permite la colonización y el surgimiento de especies con diferentes tasas de crecimiento y capacidades de dispersión (Connell, 1978; Holt, 1993; Grimm & Wissel, 1997) como los escarabajos coprófagos.

De esta manera existen grandes particularidades de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) que los articulan dentro de un hábitat determinado y bajo ciertas condiciones que sí son modificadas directamente afectan al grupo. Por ejemplo, el aumento de las precipitaciones en un área determinada repercute en una mayor abundancia, actividad y riqueza para este grupo (Howden & Young 1981, Montes de Oca & Halffter 1995, Escobar 1997). Las precipitaciones pueden explicar cambios importantes en el ensamblaje de escarabajos coprófagos, ya que muchas especies sincronizan su emergencia y reproducción con las lluvias (Escobar 1997).

Por ello la realización de nuevos trabajos sobre los diferentes ensamblajes de escarabajos coprófagos, contribuyen al conocimiento de los hábitat perturbados y adquieren relevancia en el ámbito científico, sobre todo en bosques secos tropicales debido a la importancia de estos para el funcionamiento de los procesos ecológicos del planeta; ya que alojan más de la mitad de la diversidad de animales y plantas, también exhiben una tasa de destrucción del 1 al 2% anual (Wilson 2000). Además, en el país los estudios realizados sobre Scarabaeinae en fragmentos de Bs-T son escasos (Martínez *et al.* 2010) algunos para el Caribe como el de Escobar (1998), en el cual registra 18 especies y para la ciudad de Santa Marta Jiménez *et al.* (2008) quienes contribuyeron con la primera aproximación para la riqueza de escarabajos coprófagos de esta zona reportando 26 especies de escarabajos coprófagos.

Con la realización del presente estudio se documentó el ensamble de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes en un paisaje que tiempo atrás fue utilizado como el relleno sanitario del distrito de Santa Marta, actualmente clausurado y se evaluó la dinámica de dicho ensamblaje, pudiendo estimar la riqueza, composición y abundancia en el área en cuestión. De igual manera se determinó la variación espacio-temporal de dicho ensamblaje en tres diferentes épocas del año.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Moreno (2001), uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial en esta década es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). El término biodiversidad se puede definir como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP 1992).

Un campo de investigación que apenas se inicia es el estudio de los efectos de la fragmentación de bosques sobre la biodiversidad (alfa, beta y gama). Hay que desechar la visión simplista de que siempre y a cualquier nivel, toda fragmentación o modificación de origen antrópico tiene efectos catastróficos sobre la diversidad biológica. Lo que frecuentemente ocurre con la diversidad alfa en los primeros tiempos siguientes a la perturbación, no se puede extrapolar automáticamente a nivel de paisaje o a periodos de tiempo mayores. La perturbación antrópica parece tener efectos complejos que se relacionan directamente con el nivel de escala (en espacio y en tiempo) a que ocurre (Halffter & Moreno 2005).

Por lo tanto, en el presente trabajo se abordaron las preguntas: ¿Cuál es el aporte de la diversidad local a la diversidad de escarabajos coprófagos en el antiguo relleno sanitario de Veracruz, en el distrito de Santa Marta? y ¿cómo se comportó la comunidad en las diferentes épocas del año teniendo en cuenta su riqueza y abundancia? Los interrogantes anteriores nacen de la necesidad de llenar el vacío de conocimiento acerca de la diversidad y estructura de los ensamblajes de escarabajos coprófagos en zonas con perturbaciones y menos en áreas contiguas de bosque donde se presenten diferentes niveles de alteración (Noriega *et al.* 2007a). Las respuestas a estas interrogantes son de gran importancia en términos de políticas de conservación, pues este conocimiento se pueden orientar de una mejor forma los planes de manejo y conservación de la diversidad biológica.

JUSTIFICACIÓN

La diversidad biológica es reconocida como un elemento fundamental para proyectos de uso sostenible y el desarrollo de un país mediante la ejecución de planes de manejo ambiental y conservación del recurso biológico; Sin embargo, en muchos casos, esta diversidad se encuentra peligrosamente amenazada por la destrucción del hábitat, contaminación ambiental y los cambios climáticos. Convirtiéndose en las principales causas de extinción de especies, ocasionando la pérdida de recurso biológico hasta el punto de decir que en la actualidad la destrucción del patrimonio natural de nuestro planeta es equiparable a cualquiera de las cinco extinciones masiva de seres vivos ocurridas hace millones años (Gutiérrez & García 2008).

Un grupo biológico importante para ecosistemas intervenidos es el de los coleópteros coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae, los cuales son considerados como los verdaderos escarabajos coprófagos Jiménez *et al.* (2008). Este grupo de insectos terrestres es importante en el desarrollo y estabilidad de los ecosistemas como instrumentos claves en la ecología de un lugar, ya que revelan en alto grado el estado de conservación por estar ligados a otros taxones (Escobar 1994, Lopera 1996). Son utilizados como herramienta en la caracterización biológica y como grupo indicador para determinar diferencias o similitudes entre unidades de paisaje (Pulido-Herrera *et al.* 2003). La utilización de este grupo de escarabajos es de gran relevancia en este trabajo de investigación para conocer su actual estado de conservación de la zona de estudio. Además, los escarabajos coprófagos, son ideales para llevar a cabo estudios de diversidad; debido a que su taxonomía es bien conocida y clara (Escobar 1997), son abundantes y sencillos de muestrear por personal no especializado (Favila & Halffter 1997), es un grupo diversificado taxonómica y ecológicamente (Solís 2002), presenta alta distribución geográfica y pueden llegar a conquistar una gran variedad de hábitat (Halffter 1991). Dado a que muchas de las especies tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque (Escobar 2000), hacen de este grupo animales atractivos para la realización de monitoreos y caracterizaciones biológicas (Celi & Dávalos 2001), aun mas relevante la utilización de este grupo para la zona de estudio puesto que en 1997, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena -

CORPAMAG, mediante resolución No. 581, ordenó la clausura de este botadero debido a que el lote no era adecuado para la ubicación del botadero de basura de Veracruz, por las condiciones físicas que favorecen la circulación de lixiviados de desechos orgánicos que contaminan el acuífero de la Mojada ubicada en inmediaciones de esta zona (Anónimo 2002).

Es así que adquiere gran importancia el estudio de la dinámica del ensamblaje de escarabajos coprófagos en un relleno sanitario clausurado, que se ha dejado a recuperación natural y no se conocen datos de estudios previos sobre escarabajos coprófagos en el sector. Con este estudio, se pretende contribuir al conocimiento de la dinámica ecológica de este tipo de ecosistemas, su fauna, su composición, estructura y patrones de variación.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la variación espacio-temporal del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en el Relleno Sanitario Clausurado de Veracruz (RSCV), Santa Marta, Colombia.

ESPECÍFICOS

Estimar la riqueza, composición y abundancia de la comunidad de escarabajos coprófagos en el relleno sanitario clausurado de Veracruz (RSCV), Santa Marta – Colombia.

Determinar la variación espacio-temporal del ensamblaje de escarabajos coprófagos, en el (RSCV), entre las épocas de muestreo.

MARCO TEÓRICO

La producción de residuos sólidos es un proceso por demás inherente a cualquier actividad del ser vivo. El ser humano por su parte, ha generado desechos sólidos desde sus inicios como especie, alterando el medio ambiente natural ya sea con prácticas agrícolas, ganaderas, mineras, industriales o urbanas, ocasionando con ello la formación de residuos, algunos de origen orgánico biodegradable y muchos más de origen inorgánico de difícil degradación. La disposición final de las basuras de una población en la actualidad es a un relleno sanitario a cielo abierto, el cual es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública en muchos casos, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica (Cruz-Rivera 2002).

La ciudad de Santa Marta utilizó el relleno sanitario de Veracruz desde 1694 hasta el 2004, con una producción cercana a 370 toneladas de residuos sólidos por día en los últimos años. Esto último ocasionó transformaciones en la cobertura vegetal donde se instaló este relleno, con el fin de ampliar el área para la disposición de basuras y la adecuación de los desechos. A esto se le suma que el manejo adecuado de los residuos no existía y no cumplía con ninguna de las especificaciones que para este tipo de lugares existen en la actualidad (Díaz & Causado 2008).

La transformación efectuada en el antiguo relleno sanitario de Veracruz proporcionó un interesante estímulo investigativo para abordar nuevo conocimiento que proporcionen productos como artículos, tesis u otros documentos que alimenten a la comunidad científica, y los escarabajos coprófagos suministraron las herramientas necesarias para indagar la situación actual de dicho ecosistema.

Los coleópteros siempre han llamado poderosamente la atención. Desde la antigüedad,

los egipcios adoraban al escarabajo pelotero, perteneciente al género *Scarabaeus*, ya que veían en él la personificación de Khépri, el Dios del Sol-Escarabajo (Cambefort 1994). Posteriormente, en los inicios de la taxonomía fue un grupo muy trabajado y consentido por la mayoría de los grandes taxónomos. Es así como el conocimiento de este grupo presenta una larga tradición (Kohlmann & Morón 2003). Entre los coleópteros la familia Scarabaeoidea representa a uno de los grupos de insectos con aspecto, coloración y tamaño variables. Esta diversidad también se refleja en su biología, debido a sus hábitos alimenticios que comprenden una amplia gama de especialidades alimentarias, así como también pueden relacionarse con insectos sociales, con los cuales se ha observado incluso evidencias de depredación (Morón 1994). Las especies de la subfamilia Scarabaeinae se alimentan principalmente de excremento de mamíferos, aunque algunas son necrófagas y otras se alimentan de materia vegetal (Hanski & Cambefort 1991). Otra característica que convierte este grupo en asequible para trabajar es su modo especial de reproducción, así como las múltiples estrategias de aprovechamiento del excremento para su alimentación y reproducción (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982). Los escarabajos coprófagos Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeoidea) poseen protocolos de muestreo estándar y taxonomía asequible, además sus especies presentan una variada respuesta a los ambientes forestales y cultivados, razón por la cual se les ha propuesto como parámetro para evaluar respuestas biológicas difíciles de precisar directamente (McGeoch *et al.*, 2002), en este sentido adquiere relevancia para la zona de estudio que presenta una vegetación típica de bosque tropical seco (BTs) el cual se considera entre los ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocido en Colombia y actualmente solo representa el 3% de la cobertura original, debido en gran parte a la expansión de las fronteras agrícolas y al sobrepastoreo, disminuyendo la extensión del hábitat original (IAvH 1998), ya sea para la construcción de viviendas, carreteras, zonas de pastoreo o cultivos o para almacenar los residuos provenientes de las ciudades que se encuentran alrededor del ecosistema. De igual manera Andresen (2005) propone que el aumento y descenso de la abundancia y los cambios en la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos en bosques secos, están ligados a la precipitación, lo que lo hace un factor ecológico interesante.

ANTECEDENTES

Los escarabajos coprófagos han sido estudiados a nivel mundial, de ahí el gran conocimiento sobre el grupo, tanto en su ecología como en su taxonomía, de manera continua se han realizado trabajos en diferentes regiones del mundo. Trabajos como el realizado por Spurr & Barnes (1982) en el que se hace referencia a los procesos de sucesión y que los describen como un carácter continuo pero no necesariamente que vaya encaminada en una sola vía, determinada por cambios en la vegetación, la fauna y el suelo, afectándose mutuamente; este trabajo es una importante contribución para la ciencia y posteriores trabajos.

Posterior, Baldi (1990) habló de los valores de diversidad en los estadios de sucesión de la vegetación y hace referencia a que en los estadios medio y tardío son más similares entre sí en comparación con el estadio temprano, contribución que ayuda al entendimiento de la influencia de la vegetación sobre los escarabajos coprófagos.

En el continente europeo se trabaja desde hace mucho tiempo en este grupo, como es el caso de Lobo (1992) el cual reporta modificaciones de las comunidades de Scarabaeoidea coprófagas en pastizales de altura del sistema central ibérico (España) a lo largo de un gradiente altitudinal, en el cual empieza a plantear hipótesis sobre la existencia de un patrón y su relación directa con la riqueza de escarabajos coprófagos.

Lobo & Halffter (2000) describen el comportamiento de las comunidades de escarabajos coprófagos en gradientes altitudinales y de igual forma señalan una disminución de la riqueza a medida que se aumenta en el gradiente, trabajo parecido con conclusiones muy similares las presentan Celi *et al* (2004) y Deloya *et al* (2007), en la amazonia ecuatoriana y México respectivamente.

Colombia no escapa de este proceso de conocimiento sobre escarabajos coprófagos. Autores como Noriega *et al.* (2007b) registró para Colombia 36 géneros y 284 especies lo que contribuye de manera significativa para el conocimiento de este grupo, la

mayoría de trabajos se han enfocados en inventarios (Pardo-Locarno 1995) y otros en composición y abundancia de especies de escarabajos coprófagos en bosque seco (Escobar 1997) y en fragmentación (Escobar 1994, Lopera 1996, Amat *et al.* 1997), también en bosques de montaña (Lopera 1996). La región del Chocó no escapa del interés por los escarabajos coprófagos, se han realizado trabajos como el de Pardo Locarno (2007) en el cual describe el ensamblaje de los escarabajos coprófagos y el poco conocimiento que se tiene en esta parte del país tan importante, enfocándose en reconocer los aspectos ecológicos propios de este gremio.

Para la región Caribe se encuentran los trabajos realizados por Noriega *et al.* (2007b) para la Sierra Nevada de Santa Marta y para Santa Marta el realizado por Jiménez *et al.* (2008) los cuales realizaron listados de especies que contribuyen a la distribución y riqueza de escarabajos coprófagos de esta zona del país. La región Caribe es muy interesante para el estudio de escarabajos coprófagos, por ello autores como Rivera & Wolf (2007) en el Magdalena, hablan de la distribución y abundancia de *Digitonthophagus gazella* de igual forma para sucre Bohorquez & Montoya (2009) realizaron un trabajo parecido pero con *Dichotomius belus*, y para este mismo año Martínez *et al.* (2009) hace su aporte para la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM).

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en predios y alrededores del antiguo botadero de basuras a cielo abierto Veracruz (RSCV) de la ciudad de Santa Marta, el cual desde el año de 1964 hasta el 2004 sirvió como sitio para la disposición final de los residuos sólidos generados por la población del distrito (Díaz & Causado 2008). Veracruz está localizado a 1.5 km de la carretera Troncal del Caribe, que comunica a Santa Marta con el departamento de La Guajira a la altura del Barrio 20 de Octubre (figura 1).

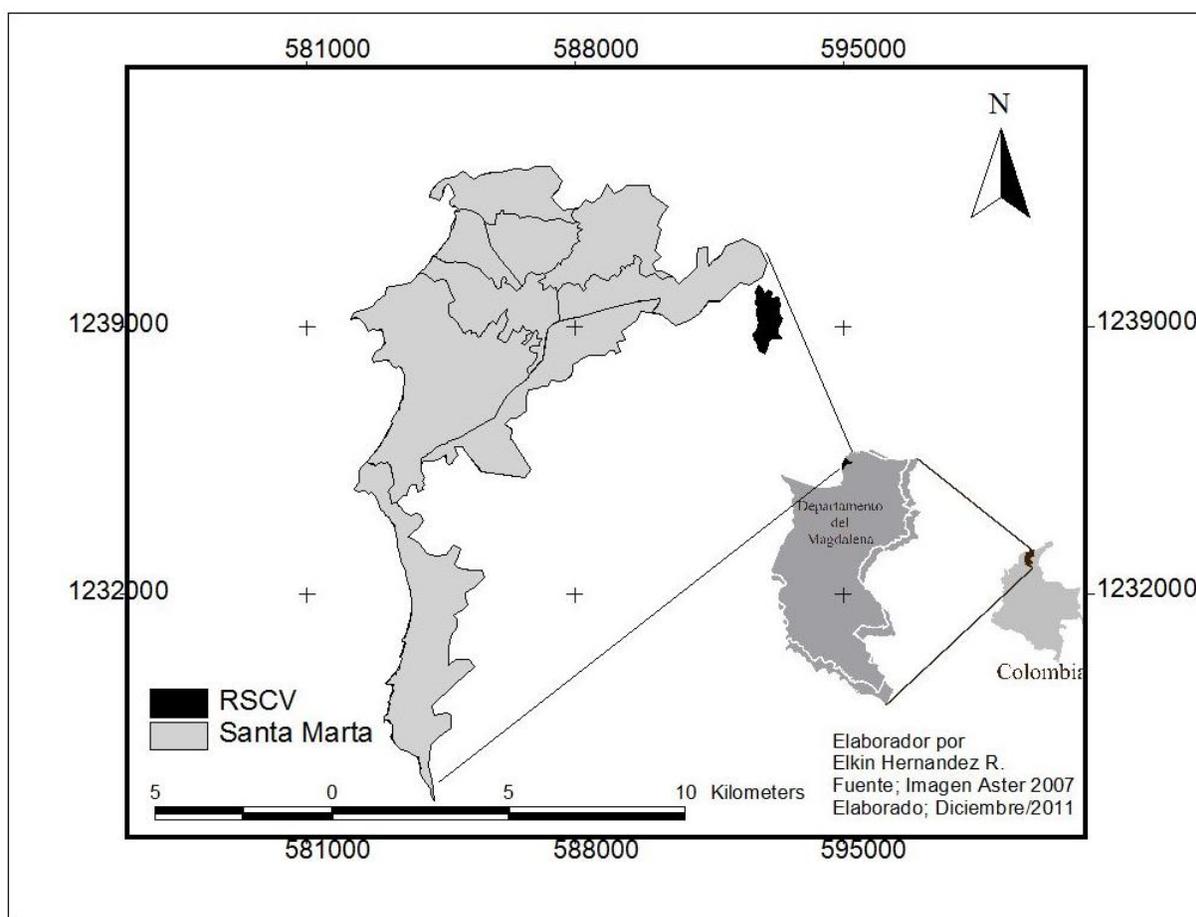


Figura 1. Localización del área de estudio; antiguo relleno sanitario (clausurado) de la ciudad de Santa Marta “Veracruz” (RSCV).

El área (figura 2) se caracteriza según clasificación propuesta por Hernández-Camacho y Sanchez-Paez (1992) como Zonobioma Subxerofítico Tropical el cual se define como los bosque y matorrales del piso isomegatérmico, con caracteres xeromórficos más pronunciados debido a que la precipitación anual es menor y por ende mayor el número de meses secos, según lo anterior puede considerarse como un zonoecotono o bioma de transición entre el zonobioma Alternohígrico tropical y el zonobioma desértico tropical. Representa la subxerofitia isomegatérmica (Dugand 1973) y en parte al bosque muy seco tropical de Holdridge (1967).

H. Garcia-Q. (Comunicación personal, 1° de noviembre de 2010) resalta que para el área de estudio, las especies vegetales más comunes son *Haematoxylum brasiletto* H. Karst. (Leguminosae), *Capparis odoratissima* Jacq. (Capparaceae), *Pereskia guamacho* F.A.C.Weber (Cactaceae), *Hura crepitans* L. (Euphorbiaceae), *Plumeria alba* L. (Apocynaceae), *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand (Malvaceae) y *Erythroxylum havanense* Jacq. (Erythroxylaceae).



Figura 2. Fotografía del área de estudio mostrando una panorámica del sitio donde se instalaron los transectos en predios del RSCV. **A:** transecto 1 y **B:** transecto 2.

Muestreos

El estudio se realizó en dos épocas del año: lluviosa y seca, obedeciendo a un patrón monomodal. Por lo general los periodos de lluvia se inician en el mes de agosto y finalizan en noviembre, seguido de la época seca de diciembre a marzo (Anónimo 1998). En cada una de las épocas climáticas, se realizó un muestreo, los cuales se complementaron con un tercer muestreo realizado en la época de transición entre abril y julio. El primer muestreo se ejecutó en octubre de 2010 (época de lluvias), el segundo en febrero de 2011 (época seca) y el último se realizó en mayo de 2011 (transición). Los datos de precipitación fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales de Colombia (IDEAM).

Técnica de captura

En el RSCV se instalaron dos (2) transectos por muestreo, distanciados 150m entre sí. En cada transecto, se marcaron 10 puntos distanciados 30m y en cada uno se colocó una trampa de caída "pitfall" para un total de 20 trampas/muestreos. Las trampas consistieron de un vaso plástico de 600 ml de 10cm de diámetro y en la parte superior se colocó un alambre en forma de L invertida de 40cm de longitud, el cual se fijó al vaso plástico por medio de tres puntos de perforación alrededor de la parte superior del vaso. Así se formó un semi-arco hacia el centro del recipiente colector y en el extremo del alambre se le adaptó un recipiente multiperforado de 30ml, al cual se le incorporó en su interior el cebo que en este caso fue excremento humano (figura 3). Las trampas fueron enterradas hasta el borde del recipiente plástico, con un tercio de su volumen con agua y un poco de alcohol para conservar los ejemplares recolectados. Las trampas permanecieron en campo durante 48 horas, al cabo de este tiempo el contenido fue recogido.



Figura 3. Fotografía de trampa “pitfall” modificada, ubicada en los transectos.

Colecta manual

Se efectuaron capturas manuales que consistieron en revisar diferentes excrementos de ganado vacuno encontrados cerca al sitio de muestreo. Los individuos capturados con esta técnica no se tuvieron en cuenta en las pruebas estadísticas.

Preservación y determinación de individuos colectados

Todos los individuos capturados se guardaron en recipientes plásticos con alcohol etílico al 70%, rotulados con los datos mínimos sugeridos: localidad, coordenadas, fecha de colecta, colector, técnica de captura, número del transecto y de la trampa (Villareal *et al.* 2006). Se realizaron montajes en seco de cada morfoespecie, utilizando las claves ilustradas propuestas para Colombia por Medina & Lopera (2001).

Composición de especies

Se realizó un listado de especie para determinar la composición de coleópteros coprófagos del antiguo basurero de Veracruz.

Análisis de datos

Se registró el número de especies por sitio (s = diversidad alfa) y el número total de individuos (n). Para estimar la diversidad de especies, se calculó el índice de riqueza de Margalef (d); la dominancia como el número de especies efectivo por sitio, ponderadas de acuerdo a su abundancia relativa con la serie de números de hill (n_1) y (n_2) y como están repartidos el número de individuos se estimó el índice de equidad de pielou (j') por medio del paquete estadístico primer 6.0. Las descripciones de estos índices se encuentran en Moreno (2001). Para determinar diferencias en la estructura de las especies de coleópteros coprófagos entre los sitios y entre las épocas de muestreo, se aplicó anosim a una vía. Para identificar las especies que caracterizaron o tipificaron los sitios y las épocas a través de su abundancia, se utilizó la rutina simper. Se consideraron las especies que aportaron más del 10% de la abundancia total, se realizo Análisis de la precipitación con respecto al a abundancia

Representatividad del Muestreo

Se evaluó mediante las curvas de acumulación de especies, utilizando los datos observados, los singletons y doubletons, y los estimadores CHAO 1 y ACE, analizados con el programa EstimasteS 7.0. Cada uno de esos estimadores son descritos en Villarreal *et al.* (2004).

Riqueza

La riqueza se tomó como el número de especies presentes. Se estimaron los índices de riqueza de especies y de Margalef con el programa PRIMER 5.0

Estructura de la comunidad

Abundancia

Para determinar la abundancia, se realizó la sumatoria de todos los individuos colectados en las 20 trampas para cada época climática, de igual forma para la abundancia total de cada especie se hizo la sumatoria de todos los individuos para todas las épocas climáticas del muestreo.

El análisis inició con la organización de los datos y digitalización en una matriz de Excel, la cual se efectuó teniendo en cuenta la época del año, las especies colectadas el número de individuo por transecto. Para determinar si existe diferencias entre las abundancias y/o riquezas entre épocas se realizó el Test Kruskal-Wallis. Un análisis de varianza a una vía se utilizó para determinar si existen diferencias estadísticas entre las abundancias y/o riquezas entre los transectos y las interacciones entre épocas. Los datos se analizaron con anterioridad con el fin de corroborar los supuestos de homogeneidad y normalidad, para esto se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Barlett respectivamente, utilizando el paquete estadístico Statgraphic.

Por medio del índice de similitud de Bray-Curtis se ordenaron los datos de abundancia, transformando las abundancias a doble raíz cuadrada utilizando para esto la ley de Taylor utilizada para la descripción de las distribuciones espaciales resultantes de muestreos poblacionales (Taylor 1961). Esto con el fin de disminuir el peso de datos de las especies más dominantes, aun así sin disminuir su importancia (Clarke & Warwick 2001).

RESULTADOS

Representatividad del muestreo

Las curvas de especies señalan que el número de trampas utilizadas (60) permitió capturar el 99% de las especies esperadas o estimadas en todo el estudio, el cual es 19 (Figura 10).

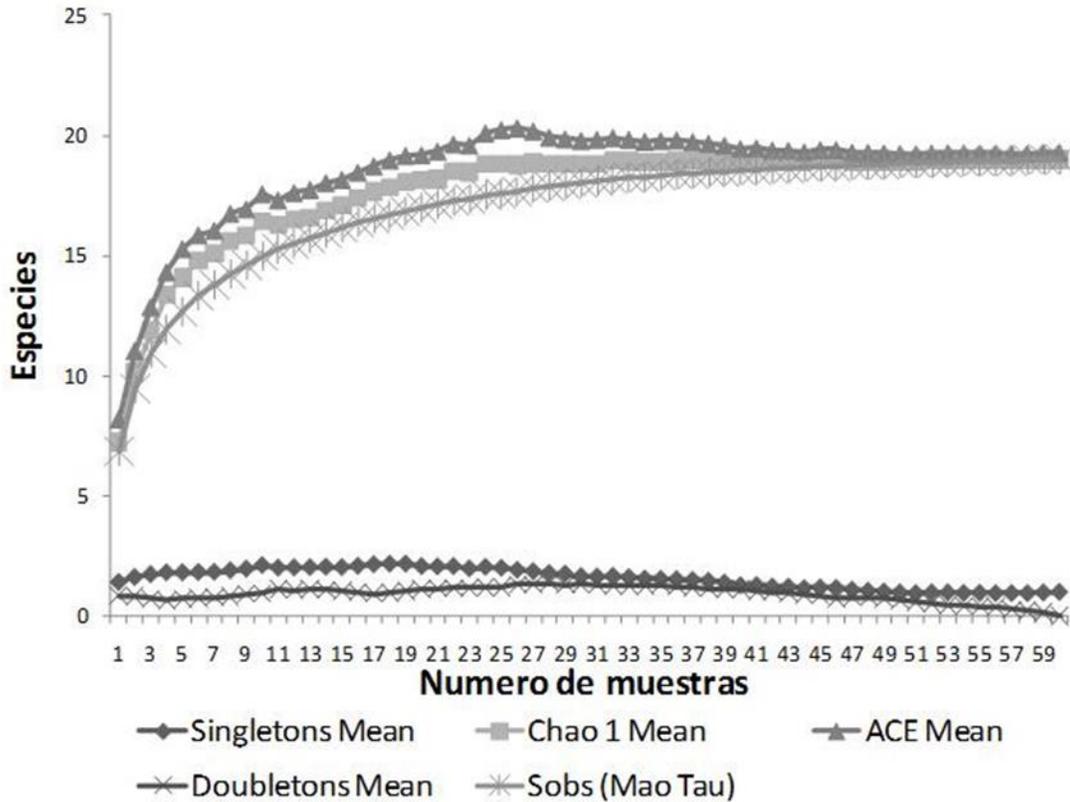


Figura 4. Curva de acumulación de especies de escarabajos coprófagos (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) capturados en el relleno sanitario clausurado de Veracruz (RSCV), Santa Marta (Colombia). Las muestras representan las trampas.

Composición y riqueza de especies

Se capturaron 20 especies de Scarabaeinae incluidas en 11 géneros y seis tribus, de las cuales 19 especies fueron colectadas por medio del método de trampas de caída y una especie colectada de manera exclusiva por medio de colectas manuales realizadas en el área de estudio (Tabla 1).

La tribu que registró el número mayor de géneros fue Dichotomiini, con tres, seguida de Canthonini, Phanaeini y Onthophagini con dos géneros cada una. A nivel de especies las tribus que presentaron el mayor número de especies fueron Canthonini y Dichotomiini con seis, mientras que las menos diversas fueron Eurysternini y Ateuchini representadas por una sola especie cada una. *Canthon* fue el género más diverso con cinco especies, mientras que para los géneros *Malagoniella*, *Canthidium*, *Coprophanaeus*, *Digitonthophagus*, *Ateuchus* y *Eurysternus* solo se capturo una sola especie (tabla 1).

De las 19 especies colectadas por medio del método de trampas de caída, 12 poseen hábitos cavadores, seis rodadores y una residente (tabla 1). Por otro lado, con la revisión manual del excremento de mamíferos en la zona de estudios, se capturó *Digitonthophagus gazella* (tabla 1 y 3), especie cavadora e invasora de origen afroasiático (Morales *et al.*, 2004) que se distribuye por toda América (Vidaurre *et al.* 2008, Álvarez *et al.* 2009, Noriega *et al.* 2010), reportada para Colombia por Noriega (2002) y Rivera & Wolf (2007) y para la región de Santa Marta ha sido capturada por Noriega *et al.* (2006) y Martínez *et al.* (2009).

Comparando la composición de especies entre los transectos (T), en el T1 se registraron 18 especies de las 19 colectadas por medio del método de trampas de caída libre; en el T2 se registraron 17 especies de las 19 colectadas por el mismo método. Se comparte entre transectos 16 de las 19 especies; *Canthon* cf. *variabilis* y *Coprophanaeus gamezi* son especies exclusivas del T1 y *Dichotomius* aff. *annae* solo se registró para el T2 (tabla 1).

Con relación al comportamiento de la composición de especies en las diferentes épocas climáticas (seca, lluvias y transición) se encontró que nueve de las 19 especies recolectadas por medio del método de trampas de caída libre se registraron para las tres épocas. Se reportaron 15 especies para la época de lluvias, 12 para la época seca y 16 para la transición. *Coprophanaeus gamezi*, *D. gamboaensis* y *D. aff. annae* son

especies que únicamente se registraron para la época de transición y *Ateuchus* sp. solo apareció en los registros para la época de lluvias (tabla 1).

Tabla 1. Composición y abundancia de especies de escarabajos coprófagos colectados en el antiguo relleno sanitario clausurado de la ciudad de Santa Marta "Veracruz". Cavadores (CAV), Rodadores (ROD) y Residente (RES). En gris (sombreado) las especies capturadas únicamente por el método de colecta manual.

| TRIBU / TAXA | GREMIO | EPOCAS | | | | | | TOTAL |
|---|--------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | LLUVIA | | SECA | | TRANSICION | | |
| | | T1 | T2 | T1 | T2 | T1 | T2 | |
| Canthonini | | | | | | | | |
| <i>Canthon juvenicus</i> (Harold, 1868). | ROD | 0 | 1 | 23 | 11 | 1 | 2 | 38 |
| <i>Canthon mutabilis</i> Lucas, 1857 | ROD | 3 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| <i>Canthon lituratus</i> Germar, 1813 | ROD | 60 | 58 | 21 | 87 | 46 | 230 | 502 |
| <i>Canthon</i> cf. <i>variabilis</i> Martínez, 1948 | ROD | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| <i>Canthon septemmaculatus</i> (Latreille, 1811) | ROD | 109 | 77 | 3 | 1 | 141 | 348 | 679 |
| <i>Malagoniella a. astyanax</i> (Harold, 1867) | ROD | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| Phanaeini | | | | | | | | |
| <i>Phanaeus hermes</i> Harold, 1868 | CAV | 23 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | 31 |
| <i>Phanaeus prasinus</i> Harold, 1868 | CAV | 34 | 8 | 1 | 0 | 44 | 13 | 100 |
| <i>Coprophanaeus gamezi</i> Arnaud, 2002 | CAV | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Dichotomiini | | | | | | | | |
| <i>Canthidium euchalceum</i> Balthasar, 1939 | CAV | 82 | 389 | 139 | 39 | 326 | 495 | 1470 |
| <i>Uroxys</i> cf. <i>macrocularis</i> Howden & Young, 1981 | CAV | 422 | 166 | 165 | 5 | 27 | 43 | 828 |
| <i>Uroxys</i> cf. <i>bidentis</i> Howden & Young, 1981 | CAV | 291 | 191 | 125 | 2 | 111 | 103 | 823 |
| <i>Dichotomius gamboaensis</i> Howden & Young, 1981. | CAV | 0 | 0 | 0 | 0 | 149 | 45 | 194 |
| <i>Dichotomius</i> aff. <i>annae</i> Kohlmann & Solis, 1997 | CAV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| <i>Dichotomius belus</i> (Harold, 1880) | CAV | 0 | 1 | 0 | 0 | 371 | 405 | 777 |
| Onthophagini | | | | | | | | |
| <i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787) | CAV | 0 | 10 | 0 | 25 | 0 | 5 | 40 |
| <i>Onthophagus marginicollis</i> Harold, 1880 | CAV | 138 | 232 | 18 | 49 | 27 | 112 | 576 |
| <i>Onthophagus acuminatus</i> Harold, 1880 | CAV | 3 | 4 | 4 | 12 | 0 | 0 | 23 |
| Ateuchini | | | | | | | | |
| <i>Ateuchus</i> sp. | CAV | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Eurysternini | | | | | | | | |
| <i>Eurysternus impressicollis</i> Castelnau, 1840 | RES | 9 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| TOTAL | | 1176 | 1141 | 509 | 207 | 1250 | 1804 | 6087 |

Estructura de la comunidad

En general, para el presente estudio se colectaron 6231 individuos de Scarabaeinae, 6087 por medio del método de trampas de caída libre (Tabla 2) y 144 individuos por medio de colectas manuales realizadas en el área de estudio (tabla 3). La especie más abundante para todo el muestreo fue *Canthidium euchalceum* (1470 individuos), seguido de *Uroxys cf. macrocularis*, *U. cf. bidentis* y *D. belus*, en su respectivo orden (tabla 2). Para todo el muestreo la especie menos abundante fue *Coprophanaeus gamezi* con el registro de un solo individuo, seguida de *C. cf. variabilis*, *D. aff. annae*, *Malagoniella a. astyanax* y *Ateuchus* sp. con menos de diez individuos cada una (tabla 1).

Las especies que aportaron aproximadamente el 90% de la abundancia total del presente estudio, fueron *U. cf. macrocularis*, *U. cf. bidentis*, *C. euchalceum*, *O. marginicollis* y *C. septemmaculatus* (tabla 4).

El método de colecta manual permitió capturar 144 individuos. La especie que registró mayor número de individuo recolectados mediante esta técnica fue *C. lituratus* (42). La especie menos abundante para este método de captura fue *D. aff. annae* con un (1) solo individuo. *C. septemmaculatus* y *Ateuchus* sp. reportaron menos de cinco (5) individuos cada uno (tabla 2).

Comparando la abundancia de individuos entre los transectos, en T1 se recolectaron 2935 individuos y en T2 3152 mediante trampas de caída. La especie más abundante para T1 fue *Uroxys cf. macrocularis* (614 individuos), y la menos abundante fue *Coprophanaeus gamezi* con un solo individuo. Para T2 la especie más abundante (923 individuos) fue *Canthidium euchalceum* y la menor fue *Ateuchus* sp. con solo dos individuos (tabla 1).

En relación al comportamiento de la abundancia en las diferentes épocas climáticas (seca, lluvias y transición) se encontró que la época donde se registró un mayor número de individuos (3054) capturados mediante trampas de caída fue en la transición entre épocas y la menor en la época seca (716 individuos) (tabla 2). *C. euchalceum* presentó

la mayor abundancia (821) para la transición entre épocas; mientras que *Uroxys* cf. *macrocularis* y *U.* cf. *bidentis* fueron las especies más frecuentes (Tabla 1).

Tabla 2. Colecta manual de escarabajos coprófagos colectados en el antiguo relleno sanitario clausurado de la ciudad de Santa Marta “Veracruz”.

| TAXA / EPOCA | LLUVIA | SECA | TRANS | TOTAL |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <i>Canthon lituratus</i> | 5 | 2 | 35 | 42 |
| <i>Digitonthophagus gazella</i> | 10 | 25 | 5 | 40 |
| <i>Dichotomius belus</i> | 0 | 0 | 21 | 21 |
| <i>Onthophagus marginicollis</i> | 6 | 0 | 8 | 14 |
| <i>Dichotomius gamboensis</i> | 0 | 0 | 13 | 13 |
| <i>Canthidium euchalceum</i> | 0 | 1 | 6 | 7 |
| <i>Canthon s. septemmaculatus</i> | 1 | 0 | 3 | 4 |
| <i>Ateuchus</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Dichotomius</i> aff. <i>annae</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| TOTAL | 22 | 30 | 92 | 144 |

Análisis estadístico

En el análisis de varianza a una vía no se encontraron diferencias significativas para los transectos, ni para la interacción entre transectos y épocas, a nivel de las abundancias y las riquezas, con un valor de P (0,34).

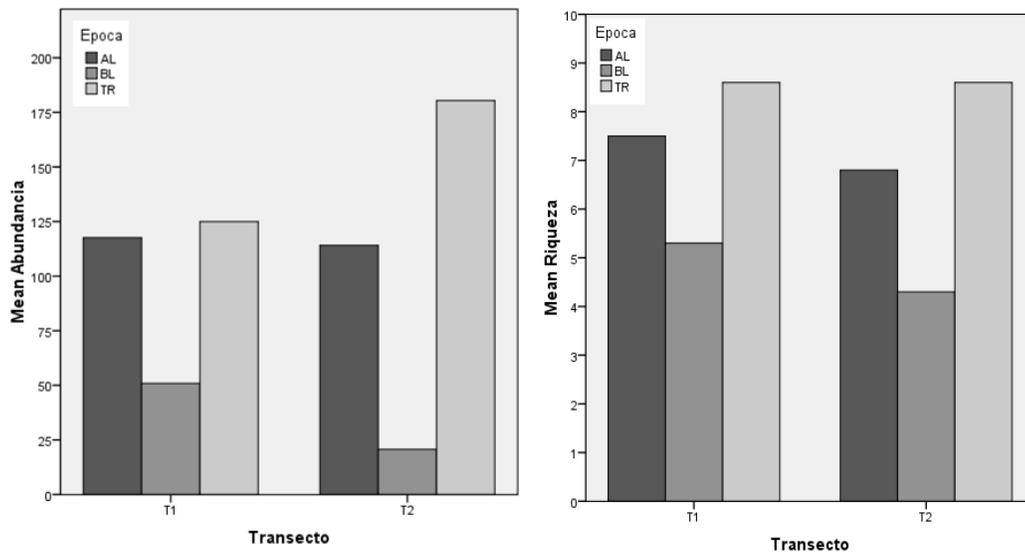


Figura 5. Promedios de riquezas y abundancias según la época climática del ensamblaje de escarabajos coprófagos (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) en el RSCV, Santa Marta (Colombia). ALL: lluvia, BLL: seca, TRN: transición.

Se observó diferencias significativas para las abundancias entre épocas (Test Kruskal-Wallis) con un P de menor a 0,05, siendo la época de transición la que posee el número mayor de individuos (Figura1), de igual forma para las riquezas entre épocas (Test Kruskal-Wallis) P <0,05 (figuras 6 y 7).

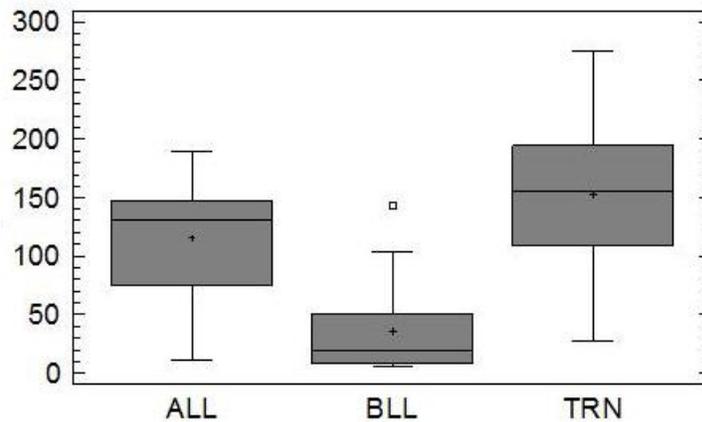


Figura 6. Diferencias entre las abundancias según la época climática en la Dinámica del ensamblaje de escarabajos coprófagos (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) en el RSCV, Santa Marta (Colombia). ALL: lluvia, BLL: seca, TRN: transición.

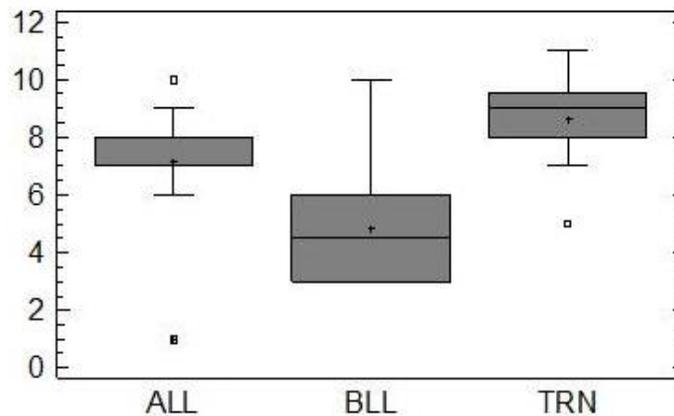


Figura 7. Diferencias entre las riquezas según la época climática en la Dinámica del ensamblaje de escarabajos coprófagos (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) en el RSCV, Santa Marta (Colombia). ALL: lluvia, BLL: seca, TRN: transición. Diversidad de escarabajos coprófagos

El índice de diversidad de Shannon (H') evidencia que los valores de diversidad de especies calculados para las épocas de muestreo oscilaron entre 1.8 y 1.9, revelando similitud entre las estaciones. Ese patrón de similitud se presentó de igual forma para otros índices como el Índice de equidad de Pielou, en el cual se encontraron valores muy similares, proporcionando información sobre la equidad con respecto a la riqueza. Para las abundancias la serie de números de Hill N1 refleja las especies abundantes observándose un patrón similar en la diversidad para las épocas, presentándose un valor bajo para la época seca (Tabla 3) y observándose un comportamiento similar para las especies aun más abundantes N2. Para el índice de diversidad de Simpson ($1-\lambda'$) para las épocas de muestreo analizadas los valores de diversidad de especies fueron iguales ($1-\lambda' = 0.82$).

Tabla 3. Índices de diversidad equidad para los escarabajos coprófagos del relleno sanitario clausurado de Veracruz, Santa Marta, Magdalena, Colombia

| ÍNDICES | MUESTREOS | | |
|--|-----------|--------|------------|
| | Seca | Lluvia | Transición |
| Riqueza (S) | 15 | 12 | 16 |
| Abundancia (N° de individuos) | 2317 | 716 | 3054 |
| Riqueza de Margalef (d) | 1,81 | 1,67 | 1,87 |
| Equidad de Pielou (J)' | 0,68 | 0,74 | 0,69 |
| Diversidad de Shannon-Wiener (H') | 1,85 | 1,84 | 1,92 |
| Diversidad de Simpson ($1-\lambda'$) | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| Número de Hill (N1) | 6,39 | 6,33 | 6,79 |
| Número de Hill (N2) | 5,43 | 5,43 | 5,48 |

Para los índices de diversidad por transectos se observa valores distintos aunque no tan distantes evidenciando un patrón heterogéneo (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de diversidad equidad para los escarabajos coprófagos colectados en dos transectos instalados en el relleno sanitario clausurado de Veracruz, Santa Marta, Colombia.

| INDICE | TRANSECTOS | |
|-------------------------------------|------------|------|
| | T1 | T2 |
| Riqueza (S) | 18 | 17 |
| Abundancia (N° de individuos) | 2934 | 3152 |
| Riqueza de Margalef (d) | 2,13 | 1,99 |
| Equidad de Pielou (J)' | 0,74 | 0,71 |
| Diversidad de Shannon - Wiener (H') | 2,13 | 2,01 |
| Diversidad de Simpson (1-λ') | 0,86 | 0,84 |

En el análisis de similitud de Bray-Curtis se observan dos grupos definidos en la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos. Un grupo formado por los muestreos realizados en la época seca y la época de lluvias y un grupo formado solo por el tercer muestreo realizado en mayo del 2011 correspondiente a la época de transición, con una similitud mayor al 75% (figura 8).

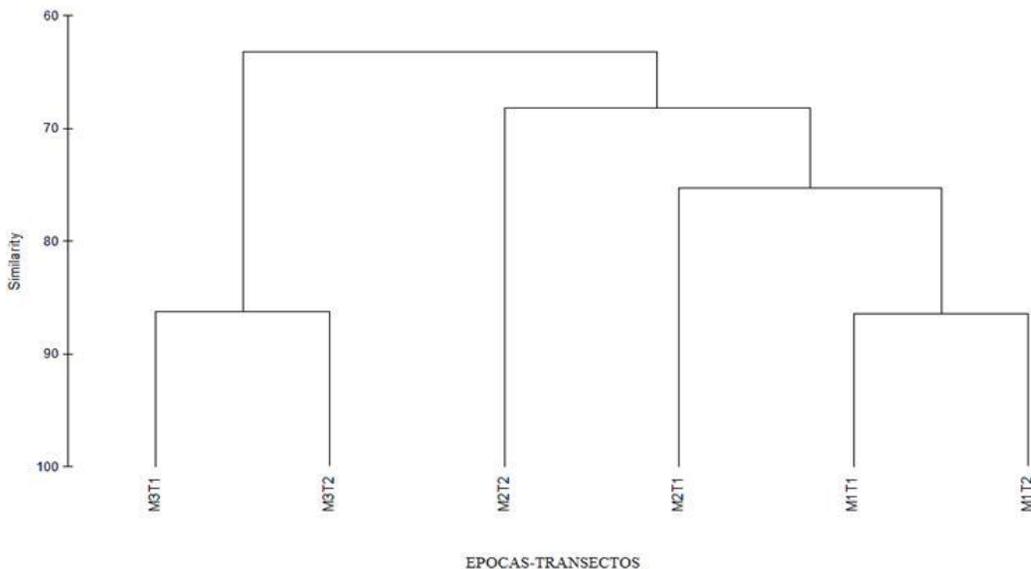


Figura 8. Dendrograma entre los muestreos por época-transecto de los escarabajos coprófagos, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (datos de abundancia transformados a doble raíz cuadrada).

Por medio de la rutina SIMPER -porcentajes de similitud, se obtuvo el porcentaje de las abundancias de las especies, observando nuevamente que *Canthidium euchalceum* y las especies del género *Uroxys* presentaron el mayor porcentaje de todo el muestreo (anexo 2).

Se encontró que *U. cf. bidentis* y *U. cf. macrocularis* caracterizan la época de lluvias, *C. euchalceum* la época seca y *D. belus* la época de transición (tabla 5).

Tabla 5. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies que caracterizan a cada una de las épocas, presentes en el relleno sanitario clausurado de Veracruz, Santa Marta, Magdalena, Colombia

| Taxa | Épocas | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | Lluvia | Seca | Transición |
| <i>Uroxys cf. Bidentis</i> | 16,49 | | 6,75 |
| <i>Uroxys cf. Macrocularis</i> | 14,33 | 1,4 | |
| <i>Onthophagus marginicollis</i> | 11,91 | 5,03 | |
| <i>Canthidium euchalceum</i> | 7,08 | 10,89 | 21,35 |
| <i>Canthon s. septemmaculatus</i> | 6,65 | | 9,23 |
| <i>Canthon lituratus</i> | 5,01 | 5,87 | 3,01 |
| <i>Canthon juvencus</i> | | 3,07 | |
| <i>Dichotomius belus</i> | | | 24,3 |
| <i>Dichotomius gamboaensis</i> | | | 2,95 |
| PROMEDIO DE SIMILARIDAD | 63,44 | 28,49 | 72,3 |

Observación de la precipitación con respecto a la abundancia

Se observó que no hay una relación directa entre los niveles de precipitación y los niveles de abundancia registrados. Sin embargo, en los valores más bajos de precipitación se presentaron los valores más bajos de abundancia de escarabajos coprófagos y en los valores medios de precipitación se encuentran registrados los valores más altos de abundancia (figura 9).

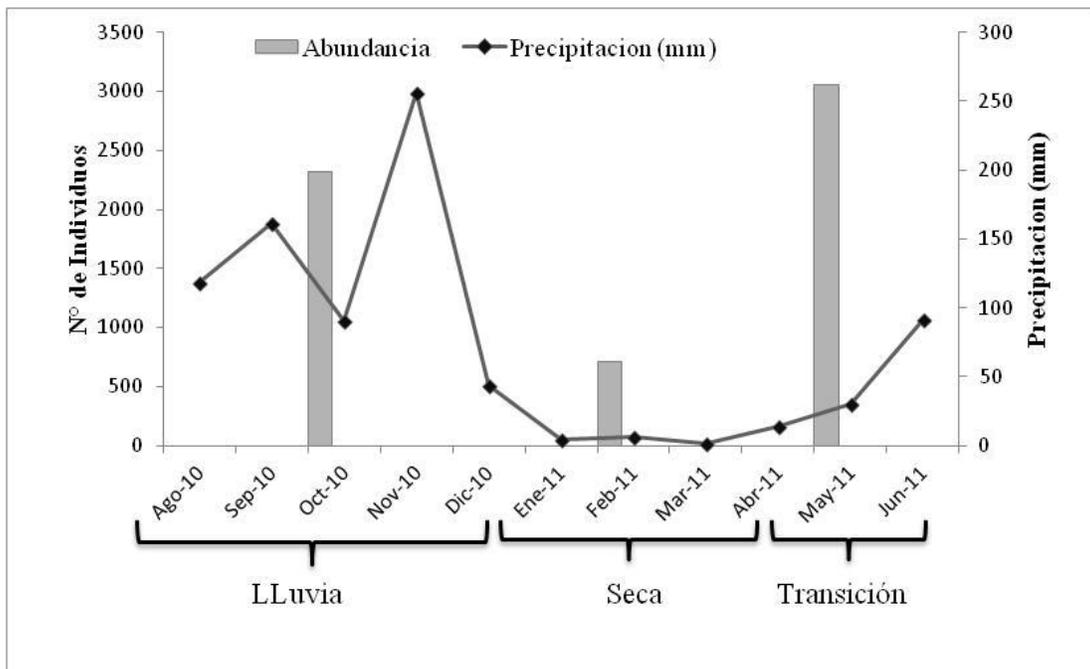


Figura 9. Variación de la abundancia de escarabajos coprófagos y la precipitación durante los muestreos en la RSCV, Santa Marta, Magdalena, Colombia.

CONSIDERACIONES FINALES

El presente estudio permitió contribuir con el conocimiento sobre el ensamblaje de escarabajos coprófagos para el relleno sanitario clausurado de la ciudad de Santa Marta, convirtiéndose este documento en base para posteriores estudios en el área de muestreo o en áreas similares.

El número de especies registradas para la zona representan un valor importante en comparación con otros estudios realizados en el Caribe Colombiano. Las especies capturadas corresponden al 35% de las descritas por Noriega *et al.* (2007) en la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), el 76,9% de las reportadas por Jiménez *et al.* (2008) en ambientes secos de la región de Santa Marta, el 68% de las reportadas por Martínez *et al.* (2009) para la cuenca del río Gaira (SNSM), el 90 % de las especies reportadas por Barraza *et al.* (2010) en Bahía Concha y el 62,5% de las registradas por Escobar (1998) para la región Caribe colombiana, lo cual es indicativo que en la zona, todavía se alberga una fauna representativa de las especies de escarabajos coprófagos propias de los bosques secos remanentes del país.

Canthon fue el género que presentó mayor número de especies. Este género se mantuvo presente durante todo el año lo cual posiblemente significa que es un excelente aprovechador de recursos aun cuando estos son escasos, teniendo su mayor pico en la época de transición. Estos datos coinciden con lo reportado por Jiménez *et al.* (2008), Martínez *et al.* (2009, 2010) y Solís *et al.* (2011), lo que sugiere que este género es el más característico para la región Caribe.

La especie *D. gazella* solo fue colectada manualmente y solo se reportaron capturas en el transecto dos (T2) que corresponde a un tipo de hábitat característico de bosque seco con una gran extensión de potrero el cual está exactamente sobre lo que antiguamente era el destino final de residuos sólidos del basurero. Se reafirma la información sobre la distribución de esta especie en el Magdalena reportada con anterioridad en trabajos realizados por Noriega *et al.* (2006, 2007), Rivera & Wolff (2007) y Martínez *et al.* (2009).

De las especies menos abundantes *Coprophanaeus gamezi* que fue colectado en el transecto numero uno (T1) ubicado en el interior del bosque, seguido de un área semi abierta, se asemeja a la información registrada en el trabajo realizado por Gámez (2008) en el cual caracteriza la especie con preferencia de hábitats abiertos (pastizales introducidos o sabanas) o semi abiertos.

Las colectas se realizaron en las diferentes épocas del año, lo que permitió observar una disminución progresiva de la abundancia de individuos que inicia en la época de transición y culmina en la época de sequía. Esto posiblemente se deba a que a medida que aumenta la humedad del suelo, la abundancia de escarabajos también lo hace, pues la humedad del suelo afecta la actividad y ciclos de vida de los Scarabaeinae y este factor de humedad varía dependiendo de los valores de precipitación pero no está directamente relacionados con estos valores ya que la mayor abundancia y riqueza se registraron para la época de transición que presentó un valor menor de precipitación que la de lluvia, permitiendo que los adultos de ciertas especies emerjan cuando la bola de excreta y cámara de pupación ha sido ablandada por el aumento de la humedad del suelo durante las precipitaciones (Martínez & Montes de Oca 1994), probablemente esto último explique el mayor número de individuos y especies para transición pues muchas de las especies con estas lluvias después de la época seca emergieron.

Las precipitaciones proporcionan un adecuado medio para el desarrollo y alimentación de los escarabajos coprófagos debido a que existe la presencia de una mayor oferta de recursos a nivel cualitativo y cuantitativo como lo son el follaje, el néctar, las frutas y el polen a lo largo del año, proporcionando alimento durante la época de lluvias, a los vertebrados y consecuentemente a los escarabajos coprófagos (Navarro *et al.* 2011) que va de acuerdo con los resultados obtenidos. También la presencia y ausencia de ciertas especies en algunas épocas climáticas se deba a que los escarabajos coprófagos poseen mecanismos para reducir la competencia como la preferencia trófica, junto con los patrones de nidificación, manejo de estiércol (cavadores, rodadores y residentes) y estacionalidad entre otros, haciendo que la coexistencia de

las diversas especies de la comunidad de escarabajos coprófagos en un área determinada sea posible (Martín-Piera & Lobo 1996).

La aparición de especies como *Phanaeus hermes* y *Dichotomius gamboaensis* solo en épocas de lluvias, se puede atribuir a la facilidad de construir madrigueras en el excremento el cual permanece por más tiempo húmedo gracias a la humedad y a las lluvias, otro factor que puede explicar la presencia de estas especies en solo épocas de lluvia es que el terreno está menos compacto, este es un factor muy importante porque los suelos afectan las actividades de nidificación y cuidado parental de las especies (Halffter & Favila 1993).

El género *Dichotomius* es un ejemplo de lo anterior, ya que las tres especies recolectadas en el muestreo pertenecen al gremio cavador y la mayor abundancia la presentaron en la época de transición donde se presentaron precipitaciones menores a la época de lluvias. Esto se puede explicar ya que en la época de lluvias por el alto nivel de precipitaciones el excremento no permanece mucho tiempo disponible como recurso alimenticio, mientras que en la época de transición se presentan lluvias pero con una menor intensidad lo cual permite que tanto el suelo como el excremento permanezcan húmedos y puedan por mucho mayor tiempo ser utilizados.

Otro ejemplo de la influencia de las precipitaciones lo es *Ateuchus* sp. la cual tiene preferencias alimenticias por el excremento de vacas, información basada en el trabajo realizado por Bustos *et al.* (2003), fue colectada en el primer muestreo, correspondiente a la época de lluvias de la región. Su presencia solo en ese muestreo puede corresponder a su asociación con el excremento de vacas, las cuales estuvieron presentes para esta época con un gran número de individuos, a ello se le suma que para esa época el recurso permanecía aún más tiempo fresco por la presencia de las lluvias las cuales evitaba su desecación, pero posiblemente su bajo número de captura corresponda a esta misma situación ya que las lluvias evitaban su desecación rápida pero ayudaban a que el recurso desapareciera pronto por la cantidad de precipitación. Pero debemos tener en cuenta que los muestreos fueron realizados en lo que se denomina fenómeno de la niña, dicho fenómeno apareció desde mediados del año

2010 con un enfriamiento de las aguas del océano Pacífico tropical como uno de los indicadores oceánicos; como también un incremento de los vientos Alisios del este, que propicia un descenso del nivel del mar sobre la zona oriental. La Niña alcanza su intensidad máxima a finales de año, cuando se acoplan todos los parámetros mencionados, junto con otras variables océano-atmosféricas propias de este evento climático (IDEAM 2011) por lo que posiblemente sean tan altos los valores de precipitación para finales del año 2010 en el cual se realizó el primer muestreo (Octubre 30 de 2010), de acuerdo a esto posiblemente se hallan dado las condiciones para la presencia de esta especie y su poca captura.

Con la información anterior que se puede explicar que para la época de transición se presentó la mayor abundancia y riqueza seguida de la de lluvia, ya que presentó lluvia pero menos intensas lo cual permitió por más tiempo la presencia de excremento y por ende la presencia de escarabajos coprófagos. Lo cual nos lleva a pensar que si es cierto que hay una relación directa con las precipitaciones pero que también las poblaciones exponen un comportamiento basado en el equilibrio entre los factores limitantes. Esto nos lleva a pensar, que si las precipitaciones aumentan o disminuyen por fuera de su nivel de tolerancia, las comunidades de los ensamblajes de escarabajos coprófagos disminuirán el número de individuos (Begon *et al.* 2006).

Otra posible explicación del aumento de la abundancia para la época de transición entre épocas, se deba a que algunas especies características de la época de lluvias y de la época de sequía se presenten en esta, compartiendo las condiciones climáticas.

Con relación a los índices ecológicos, la estructura del ensamblaje parece comportarse de manera similar entre épocas climáticas. Este comportamiento sugiere que el ensamblaje de escarabajos coprófagos de la zona de estudio sigue un patrón estable con respecto a las épocas climáticas corroborando la influencia de estas con la riqueza y abundancia pero no necesariamente directa con el número de mililitros de precipitación en el área.

Existió influencia de las precipitaciones en las abundancias y riquezas de escarabajos coprófagos que se observó en todo el muestreo, estos resultados concuerdan con trabajos realizados por (Janzen 1983, Escobar 1997), donde registran cambios importantes en la abundancia de escarabajos coprófagos. Pero no se observó diferencias entre los transectos, tanto para las abundancias como para las riquezas lo que puede sugerir que la distancia entre estos no fue suficiente y que posiblemente tampoco existió para el sitio de muestreo influencia de la cobertura vegetal sobre las especies de escarabajos coprófagos, información que corroboran los índices de diversidad puesto que estos muestran los transectos de una manera heterogénea.

Lo anterior difiere de lo expuesto por autores como (Halffter & Edmonds 1982, Medina & Kattan 1996, Castellanos *et al.* 1999, Escobar 1994, 2000), los cuales resaltan la influencia de la vegetación en la distribución de los Scarabaeinae, por ello Halffter (1991) lo considera un gremio estenotópico con relación a la cobertura vegetal. Se esperaba que los cambios en la estructura de la vegetación alteraran los patrones de búsqueda de los escarabajos, ya que por ejemplo en el transecto número uno el cual fue ubicado dentro de una zona con vegetación de bosque y matorral o bosque espinoso donde se presentaba vegetación arbórea dispersa la cual podría garantizar condiciones de refugio, mejores condiciones climáticas y una mayor disponibilidad de recurso proporcionara el área ideal para mantener las poblaciones de escarabajos coprófagos, de igual forma se sabe que la abundancia no necesariamente declina con la degradación de hábitat, como sucede en potreros que presentan grandes poblaciones de escarabajos especialmente nocturnos adaptados a zonas abiertas y al consumo de estiércol vacuno (García-Ramírez & Pardo-Locarno 2004.)

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez M.C. Damborsky M.P Bar M.E. & F.C. Ocampo. (2009). Registros y distribución de la especie afroasiática *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, 68(3-4): 373-376.

Amat G. Lopera A. & Amezquita S. (1997). Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae) en un relicto del Bosque Alto Andino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19: 191-204.

Andresen E. (2003). Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87–97.

Anónimo. (1998). Evaluación Ecológica Rápida. Definición de áreas críticas para la conservación en la Sierra Nevada de Santa Marta. Fundación Pro-Sierra, Ministerio del Medio Ambiente, UAESPNN, The Nature Conservancy, USAID, Embajada de Japón.

Anónimo. (2002). Plan de Gestión Ambiental para el departamento del Magdalena. 2002 – 2009. Corporación Autónoma Regional del Magdalena-CORPAMAG.

Baldi A. (1990). Species Richness, abundance and diversity of beetles (Coleoptera) in relation to ecological sucesión. *Folia Entomologica Hungarica* (LI): 17-24.

Barraza J. J Montes. Martínez N. & C. Deloya. (2010). Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36 (2): 285-291.

Begon M. Townsend C. & Harper J. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4a edición. Blackwell Publishing. Londres.

Bustos F. Gómez L. & Lopera A. (2003). Preferencia por el cebo de los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (COLOMBIA), Monografías Tercer Milenio vol. 3, SEA, Zaragoza, pp.: 59–65 tabla II.

Braun-Blanquet J. (1979). Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, Ed. Blume, 280 pp.

Cambefort Y. & L. Hanski. (1991). Dung beetle population biology. Cap. 2, págs. 5-22 En: 1. Hanski & Y. Cambefort (eds.), Dung Beetle Ecology. Princeton Press, Princeton, NI.

Cambefort, Y. (1994). Le Scarabée et les Dieux. Éditions Boubée. Paris.

Castellanos M. Escobar F. & Stevenson P. (1999). Dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) attracted to woolly monkey (*Lagothrix lagothricha* Humbolt) dung at Tinigua National Park, Colombia. *Coleopterist Bulletin*, 53(2):155-159.

Celi J. & A. Dávalos. 2001. Manual de monitoreo: Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. EcoCiencia. Quito.

Celi J. Terneus E. Torres J. Ortega M (2004) Diversidad de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en una gradiente altitudinal en la Cordillera del Cutucú, Mora Santiago, Amazonía ecuatoriana. *Lyonia* 15: 2-16.

Connell J. (1978). Diversity in Tropical Rain Forest and Coral Reefs. *Science* 199: 1302-1310.

Colwell R.K. (2005). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Persistent URL: purl.oclc.org/estimates.

Clarke K. R. & Ainsworth M. (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. En: Manjarrez, L., Garcia, C. Y A. Acero. 2001. Caracterización ecológica de las asociaciones de peces demersales del caribe colombiano norte, con énfasis en los pargos (LUTJANIDAE). Bol. Invest. Mar. Cost. 30: 77-107.

Clarke K. R. & Warwick R. M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144p.

Cruz Rivera R. (2002) metodología propuesta para la clausura de tiraderos a cielo abierto, caso de estudio. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 27 al 31 de octubre.

Diaz L. & Causado E. (2008). La insostenibilidad del desarrollo urbano: El caso de Santa Marta – Colombia. Clío América, Universidad Del Magdalena Pág. 64-100.

Dugand A. (1973). Elementos para un curso de geobotánica en Colombia. Cespadesia 2 (6-8): 137-479

Escobar F. (1994). Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al sur occidente de Colombia. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Escobar F. (1997). Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. Caldasia 19: 419-430.

Escobar F. (1998). Análisis Regional de la Comunidad de Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeine) de los Bosques Secos de la Región Caribe de Colombia. En: Editado por María Elfi Chávez y Natalia Arango. Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad 1997- Colombia. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá: I1 vol. p. 72-75.

Escobar F. (2000). Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, 79:103-121.

Escobar F (2004). Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in heterogeneous Andean landscape, Colombia. *Tropical Zoology* 17: 123–136.

Escobar F. J Lobo. & Halffter G. (2005). Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, 14(4): 327–337.

Escobar F. & C Medina. (1996). Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de Colombia: estado actual de su conocimiento En: M. G. Andrade-C, G. G. Amat, & F. Fernández (eds.), *Insectos de Colombia, Estudios Escogidos Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriana*, Bogotá D.C.

Estrada A. & Coates estrada R. (1991). Howler monkey (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of losTuxtlas, Mexico. *Journal Tropical Ecology* 7: 475-490.

Favila M.E. & Halffter G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana*, (72): 1-25.

García Ramírez. J. & Pardo Locarno L. (2004). Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque mu húmedo premontano de los andes occidentales Colombianos. *Ecología aplicada vol 3N° 1-2 universidad nacional agraria*.

Gardner T., Hernández M., Barlow J. & Peres C. (2008). Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology*.

GEMA. (2006). Caracterización de la Biodiversidad del corredor Biológico entre PNN Puracé y Cueva de los Guacharos (Huila, Colombia). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Colombia.

Gutiérrez Y. & H. Garcia-Q. 2008. "Recuperación Ecosistémica y Forestal de un tramo del río Manzanares, Caribe Colombiano", Folleto de divulgación (Fase I). Convenio Alcaldía Distrital de Santa Marta - Fundación Unión Fenosa - DADMA - Jardín Botánico Quinta de San Pedro Alejandrino. Santa Marta, Colombia.

Grimm V. & Wissel, C. (1997). Babel, or the ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. *Oecologia*. 109: 323-334.

Hanski I. (1991). The dung insect community. Pgs. 5- 21. In: *Preferencia Por Cebo De Los Escarabajos Coprofagos (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae) De Un Remanente De Bosque Seco Tropical Al Norte Del Tolima (Colombia)*. Bustos F, Gómez L & A. Lopera. Monografías Tercer Milenio vol. 3, SEA, Zaragoza, (2003).

Halffter & Edmonds (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological evolutive approach. Instituto de ecologia, distrito federal. 177p

Halffter G. (1991). Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82:195-238.

Halffter G. & Favila M (1993). The Scarabaeinae (insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology international* 27: 15-21.

Halffter G. Favila M & Arellano L. (1995). Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition Zone and its biogeographical implications. *Elytron*, 9: 151-185.

Halffter & E. G. Matthews. (1966). The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana* 12-14: 1-312.

Halffter G & Moreno C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. P. 5-18. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). *Sobre la diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. m3m: Monografías 3er Milenio.

Halffter G. & V. Halffter. (1989). Behavioral evolution of the non-rolling roller beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoológica Mexicana* (ns) no. 32: 1-53.

Hanski, I. & Y. Cambefort. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, New Jersey.

Hanski I. & Y. Cambefort Y. (1991). Spatial Processes, pp. 283- 304. En: Hanski, I.; Cambefort, Y. (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press. Princeton. New Jersey. 481 p.

Hernández Camacho J. & H Sánchez-Páez. (1992). Biomas Terrestres de Colombia. En: Halffter, G. (ed.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. *Acta Zoológica Mexicana*, 153-174.

Holdridge L. (1947). Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science*, 105 (2727): 367-368.

Holt R.D. 1993. Ecology at the mesoscale: The influence of regional processes on local communities, pp. 77-88. In: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds.). *Species diversity in ecological communities*.

Howden H. F. & Young O. P. (1981). Panamian Scarabaeinae: Taxonomy, Distribution, and habits (Coleoptera, Scarabaeidae). *Contributions of the American Entomological Institute*. 18 (1). 204 p.

Huston M. (1994). Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press N.Y.

Instituto Alexander Von Humboldt, IAvH. 1998. Programa de inventarios de la biodiversidad Grupo de exploración y monitoreo GEMA. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. <http://araneus.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/doc3.pdf>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales - IDEAM (2011). Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de "LA NIÑA" Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM - Boletín número 26.

Janzen D. (1983). Seasonal changes in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos* 33: 274-283.

Jankowski Anna L, Jill E, Ciecka Y. Meyer & Kerry N. (2009). Rabenold. Beta diversity along environmental gradients: implications of habitat specialization in tropical montane landscapes. *Journal of Animal Ecology*, 78, 315–327

Jiménez L, Mendieta W, Garcia H & Amat G. (2008). Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 13(2): 203-208.

Kohlmann B. Morón M. (2003) Análisis Histórico De La Clasificación De Los Coleoptera Scarabaeoidea O Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 90: 175-280.

Lobo J. M. (1992). Modificaciones de las comunidades Escarabaeoidea Coprófagos (Coleóptera) en pastizales de altura del sistema central ibérico (España) a lo largo de un gradiente altitudinal. Museo nacional de ciencias naturales. *Acta Zoologica. Mex.* (n.s) 53: 15-31.

Lobo J. M. Halffter G (2000) Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea): a comparative study. *Ann Entomol Soc Am* 93: 115-126.

Lopera A. (1996) Distribución y diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Coleoptera) en tres relictos de bosque altoandino (Cordillera Oriental, Vertiente Occidental, Colombia). Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá

Ludwig J. A. & J. F. Reynolds. (1988). *Statistical ecology: A primer on Methods and computing*. John Wiley & Sons. New York, USA.

Magurran A.E. (1988), *Ecological Diversity and its Measurement*. London: Croom Helm, London.

Martín-Piera F. & Lobo, J. M. (1996). A comparative discussion of trophic preferences in dung beetles communities. *Miscellanea Zoologica*, **19**: 13-31.

Martínez I. & Montes de Oca, E. (1994). Observaciones sobre algunos factores microambientales y el ciclo biológico de dos especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Canthon). *Folia Entomologica Mexicana*, 91: 47-59.

Martínez N. García H, Pulido L. A, Ospino D. D. & Narváez J. C. (2009). Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la Vertiente Noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology* 38(6):708-715.

Martínez N. Cañas, L. M. J. L. Rangel, J. M. Barraza, J. M. Montes & O. R. Blanco. (2010). Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 11(1): 21-30.

McGeoch M. A. Van rensburg, B. J. Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 39: 661-672.

Medina C. A. & G. Kattan, (1996). Diversidad de coleopteros coprofagos (Scarabaeidae) de la reserva forestal de Escalerete. *Cespedesia* 21 (68): 89–101.

Medina C. A. A. Lopera. Vitolo A. & Gill B. (2001). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2(2):131-144.

Montes De Oca E. & Halffter, G. (1995). Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology*. 8: 159-180.

Morales C. Ruiz R. & Delgado L. (2004). Primer Registro de *Euoniticellus intermedius* (Reiche, 1849) y Datos Nuevos de Distribución de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) e *Hybosorus illigeri* Reiche, 1853 (Coleoptera: Hybosoridae) para el estado de Chiapas. *Dugesiana.*; 11(2):21-23.

Moreno C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 1. Zaragoza.

Morón M.A. (1994). Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 63: 7-59.

Navarrete D. & Halffter G. (2008). Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodivers Conserv* 17:2869–2898

Navarro I. Luis, Román, A. Gómez, F. Pérez, H. (2011). Variación Estacional En Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) De La Serranía De Coraza, Sucre (Colombia)

Nichols E. T Larsen. Spector S., Davis AL, Escobar F., Favila M. & Vulinec K. (2007). The Scarabaeinae research Network. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biol Conserv* 137:1–19.

Nichols E. Larsen, T. Spector S. Davis, A. L. Escobar, F. Favila, M. Vulinec, k. & the scarabaeinae research network. (2008). Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137 (1): 1-19.

Noriega J.A. (2002). First report of the presence of the genus *Digitonthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Colombia. *Caldasia* 24(1):213 – 215

Noriega J. C Solis. Quintero I., Jerez L. G., García H. G. & Ospino D. A. (2006). Registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia. *Caldasia* 28: 379- 381.

Noriega J. Ralpe E & Fagua C. (2007a). Diversidad De Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) En Un Bosque De Galería Con Tres Estadios De Alteración. *Revista de la Facultad de Ciencias Edición especial I, Vol. 12, 51-63.*

Noriega J. C Solis. Escobar F & Realpe E. (2007b). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la sierra nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana*, 8(1) 77-86.

Noriega J.A. Renjifo J.M. & F. Vaz-de-Mello. (2008). First report of the genus *Tetramereia* Klages, 1907 (Coleoptera: Scarabaeidae: Phanaeini) in Colombia – notes to its distribution. *Biota Colombiana*, 9(1) 131-133.

Noriega J. A. F. G. Horgan, T. H. Larsen & G. Valencia. (2010). Records of an invasive dung beetle species, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae), in Peru. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 26(2): 451-456.

Pardo-Locarno L.C. (1995) Notas preliminares sobre los escarabajos copronecrófilos Phanaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia. III Congreso Latinoamericano de Ecología. Octubre 22-28 de 1995. Libro de resúmenes 2-14 pp. Mérida, Venezuela

Pardo-Locarno L.C. (2007) Escarabajos Coprófagos (Coleoptera-Scarabaeidae) De Lloró, Departamento Del Chocó, Colombia. Universidad Del Valle.

Pineda E, Moreno C, Escobar F & Halffter G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conserv Biol* 19:400–410.

Pulido L. Riveros R, Gast F & von Hildebrand P. (2003). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural “Serranía de Chiribiquete”, Caqueta, Colombia (parte I). Pp. 51-58. En: *Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento*. En: G. Onore, P. Reyes-Castillo & M. Zunino (eds). *Monografías Tercer Milenio vol. III*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.

Quintero I. & Halffter G. (2009) Temporal changes in a community of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeinae) resulting from the modification and fragmentation of tropical rain forest. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 25(3): 625-649.

Rangel J.O. (1991). *Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia*. Tesis de doctor. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 349 pp.

Rivera C. & Wolff, M., (2007). *Digitonthophagus gazella* (Coleóptera: Scarabaeidae): distribución en América y dos nuevos registros para Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.*, 33 (2): 190-192.

Sarmiento G. & Amat G. (2009). Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Amazonía colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 33 (127):291-302.

Solís A. (2002). Escarabajos de Costa Rica: Las familias y Subfamilias más comunes. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) segunda edición, Costa Rica, 132 p.

Solís C. Noriega, J.A. & G. Herrera (2011). Escarabajos Coprófagos (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) En Tres Bosques Secos Del Departamento Del Atlántico-Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 12(1):33-41.

Spector S. (2006). Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *Coleopt Bull* 5:71–83.

Spurr S. & B. Barnes. (1982). *Ecología forestal*. México, AGT Editor S.A. 440 pp.

Taylor L.R. (1961). Aggregation, variance and the mean. *Nature*. 189: 732 – 735.

Triplehorn C, & Johnson N. (2005). *An introduction to the study of Insects*. Seventh Edition. Thomson Brooks/Cole EEUU. 864 p.

UNEP. (1992). *Convention on biological diversity*. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.

Van Velzer H. (1991). *Prioridades para la conservación de los Andes Colombianos*. Seminario sobre ecosistemas de montaña tropicales. IUBS. Memorias Univ. Cauca. 58 Págs.

Vidaurre T., J.A. Noriega & M.J. Ledezma. (2008). First report on the distribution of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Bolivia. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3): 217-220.

Villareal H., M. Alvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

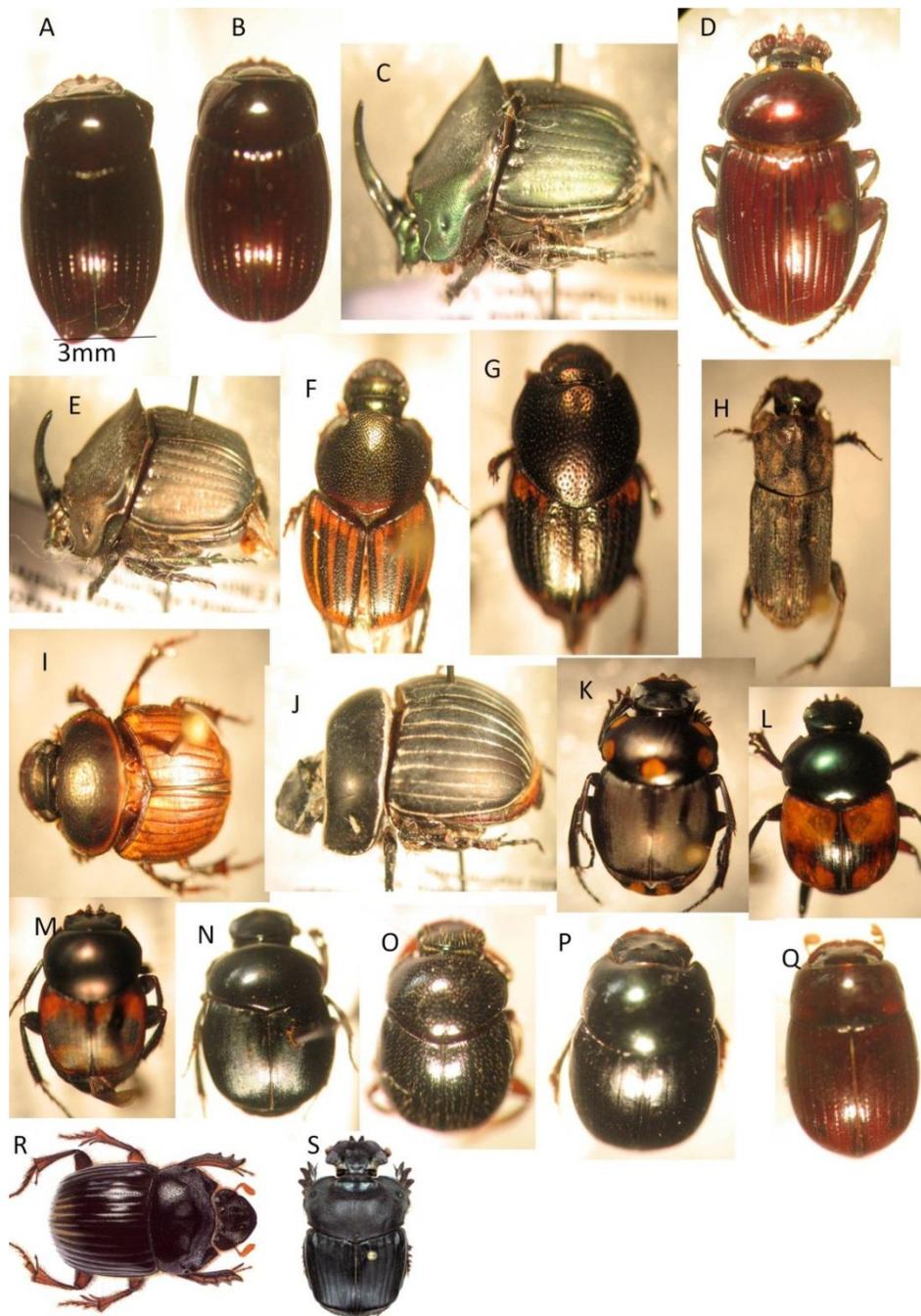
Villarreal H., M. Álvarez., S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. Umaña. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Waterhous D. F (1974). The ecological control of dung. en: T. Eisner & E. O. Wilson (eds.). The Insects. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California.

Wiegand T, Revilla E. & Moloney K. (2005). Effects of Habitat Loss and Fragmentation on Population Dynamics. Conservation Biology, pages 108-121, volume 19 No. 1, February.

Wilson E. O. (2000). Foreword. En: Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T.R. (Editors.)Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity Handbook Series. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.

ANEXOS



REGISTRO FOTOGRAFICO **A:** *Uroxys bidentis*, **B:** *Uroxys macrocularis*, **C:** *Phanaeus prasinus*, **D:** *Malagoniella astyanax*, **E:** *Phanaeus hermes*, **F:** *Onthophagus marginicollis* **G:** *Onthophagus acuminatus*, **H:** *Eurysternus impressicollis*, **I:** *Digitonthophagus gazelle*, **J:** *Dichotomius belus*, **K:** *Canthon septemmaculatus*, **L:** *Canthon mutabilis*, **M:** *Canthon lituratus*, **N:** *Canthon* cf. *variabilis*, **O:** *Canthon* cf. *juvencus*, **P:** *Canthidium euchalceum*, **Q:** *Ateuchus* sp., **R:** *Dichotomius* aff. *annae*, **S:** *Coprophanaeus gamezi*.

Anexo 2. Promedio de la abundancia de las especies más comunes (SIMPER), presentes en el relleno sanitario clausurado de Veracruz, Santa Marta, Magdalena, Colombia.

| Taxa | Épocas | | |
|-----------------------------------|--------|------|-------|
| | Lluvia | Seca | Trans |
| <i>Uroxys cf. macrocularis</i> | 294 | 85 | |
| <i>Uroxys cf. bidentis</i> | 241 | | 107 |
| <i>Canthidium euchalceum</i> | 235,5 | 89 | 410,5 |
| <i>Onthophagus marginicollis</i> | 185 | 33,5 | |
| <i>Canthon s. septemmaculatus</i> | 93 | | 244,5 |
| <i>Canthon lituratus</i> | 59 | 54 | 138 |
| <i>Canthon juvenicus</i> | | 17 | |
| <i>Dichotomius belus</i> | | | 388 |
| <i>Dichotomius gamboaensis</i> | | | 97 |