

**Estructura espacial del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera:  
Scarabaeinae) en fragmentos de bosque de galería del municipio de San  
Martín, departamento del Meta, Colombia**

**Santiago Rodríguez García**

**Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de ciencia y tecnología  
Departamento de Biología  
Bogotá 2016**



**Estructura espacial del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en fragmentos de bosque de galería del municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia**

**Santiago Rodríguez García**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de licenciado en biología.**

**Director: Francisco Medellín Cadena  
Codirector: PhDC, Jorge Ari Noriega**

**Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de ciencia y tecnología  
Departamento de Biología  
Bogotá 2016**



**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Director de la investigación**

---

**Codirector de la investigación**

---

**Jurado**

---

**Jurado**



*A Laura Sofía,  
siempre cuidare de tus sueños.*

*A mi hermano Espartaco y a mi padre,  
que escucharlos fue aprender como ver la belleza oculta del mundo,  
que ser hermano e hijo es ser honrado intelectualmente, sé que  
tomaran de mí como tuyas las partes que les agraden y de que me  
perdonaran por el resto...*



## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a Jorge Ari Noriega por su guía, su apoyo científico, técnico y financiero, al profesor Francisco Medellín, por su tiempo, por su actitud constructiva y mente abierta, a mis amigos y compañeros German Rodríguez, Mario Arias, Stiven Gómez y Jonathan Rojas que sin su ayuda este trabajo no hubiese sido posible, ejes fundamentales en esta gran empresa. Especial agradecimiento al biólogo Ricardo Martínez por sus aportes y pertinentes comentarios, los cuales enriquecieron este proyecto.

Igualmente, agradezco a la profesora Martha García directora de los laboratorios de la casita de biología, por permitirme el acceso y el trabajo en estos. Al profesor Rodrigo Torres por destinar parte su vida a la enseñanza del maravilloso mundo de los insectos, y ser fuente inspiradora. A mi familia por su hábito de vida, a Jazmín Sánchez, por su ternura y amor. A la Sr. Lilia Varila por ser una excelente abuela, a German Rodríguez por su apoyo incondicional, por ser un excelente primo y amigo.

Al Sr. Alberto Sánchez por abrirme sin ningún interés las puertas de su finca, la cual nos cobijó durante todo el trabajo de campo. A Xiomara Carretero por su valioso apoyo y por toda la información brindada durante este trabajo.

A mis compañeros Harold Martínez, Jhon Venegas, Jeison Gonzáles y Andrea Rubio por el trabajo y su grata compañía durante este trabajo. A la línea SARA y la línea de Faunística y Conservación de Artrópodos por su acogida y acompañamiento en este trabajo.

A la señora, Luz Analfi Londoño, a Juan Pérez, Otoniel Nieto, Oscar Martínez, Carlos Silva y José Martínez, trabajadores de la finca Santa Rosa por su hospitalidad, amistad y sonrisas.

A la Universidad Pedagógica Nacional, y a los profesores del departamento de biología, por aportar en nuestra formación como profesionales integrales.

A mi compañero y amigo Mario Arias por acompañarme en esta gran aventura, por brindarme su apoyo y compartir alegrías y tristezas, “tal vez bajo otro cielo la gloria nos sonría, la vida es clara, undívaga, y abierta como un mar...”.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

### 1. Información General

<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Biblioteca central. Universidad Pedagógica Nacional
<b>Título del documento</b>	Estructura espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en fragmentos de bosque de galería del municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia.
<b>Autor(es)</b>	Rodríguez García Santiago.
<b>Director</b>	Medellín Cadena Francisco.
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2016. 57 pág.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	ENSAMBLAJE, ESCARABAJOS COPRÓFAGOS, DIVERSIDAD, FRAGMENTOS, CERCAS VIVAS, PRIMATES, ESTRUCTURA.

### 2. Descripción

El estudio se realizó en el municipio de San Martín, departamento del Meta (Colombia), en la finca Santa Rosa, en un mosaico de parches de bosques de galería y cercas vivas de áreas variables inmersos en una matriz de potreros y sabana. Varios de los fragmentos de bosque se encuentran interconectados por diferentes tipos de cercas vivas. Donde se seleccionaron cuatro fragmentos y cuatro cercas vivas. El objetivo principal es evaluar la estructura espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos en diferentes fragmentos de bosque de galería, cercas vivas y potreros.

Se realizaron dos salidas de campo a la finca entre la tercera semana de enero (18 al 22) de 2016 y la tercera semana de abril (25 al 29) de 2016, periodos que corresponden a la época seca y de lluvia respectivamente. En cada fragmento de bosque se ubicó un transecto con trampas de caída (pitfall), donde se instalaron diez (10) trampas, por bosque y cerca viva separadas a 50 m entre sí (Larsen & Forsyth 2005). Las trampas permanecieron abiertas 48 horas y luego se preservaron y se almacenaron los escarabajos con su respectiva etiqueta de colecta (Noriega 2009).

Se evaluó la diversidad beta, en términos de la similaridad y equitatividad entre fragmentos y cercas vivas, utilizando los índices de Shannon-Wiener, Simpson y equitatividad de Pielou. Seguido se realizó un estimado del número esperado de especies mediante curvas de acumulación, lo cual permitió valorar la representatividad del muestreo y un análisis de similitud, utilizando el software PAST y EstimateS.



### 3. Fuentes

- Amat G., Lopera A. & Amézquita S.J. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 191-204.
- Amat García, Gasca H & E. Amat García. 2005. Guía para la cría de escarabajos. Fundación Natura, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Banco de ideas impresores. 80 pp.
- Amézquita S.J. & Favila M.E. 2010. Removal of native and exotic dung by dung beetles in tropical forest fragments. *Environmental Entomology* 39: 328-336.
- Amézquita S.J. & Favila M.E. 2011. Carrion removal and diel activity of necrophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rain forest. *Environmental Entomology* 40(2): 239-246.
- Amézquita S.J., Forsyth A, Lopera A. & Camacho A. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquía colombiana. *Acta Zoologica Mexicana* 76: 113-126.
- Andresen, E. & S. Laurance. 2007. Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama. *Biotropica*. 39(1): 141-146.
- Andresen, E. & F. Feer. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforest. pp. 331-349. En: Forget, P., J. Lambert, P. Hulme y S. Vander. (Eds). *Seed fate predation, dispersal and seedling establishment*. CABI, Oxon, UK.
- Andresen E. & Levey D.J. 2004. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation and seedling establishment of a rain forest trees. *Oecologia* 139: 45-54.
- Andresen E. 2003. Effect of forest fragmentation and dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- Andresen E. 2002. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the affect of defecation patterns on the fate of dispersal seeds. *Biotropica* 34 (2): 261-272.
- Arellano L. & Halffter G. 2003. Gamma diversity: derived from and determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 90: 27-76.
- Arias-Buriticá, J.A. 2008. Estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en tres paisaje fragmentados en Arcabuco (Boyacá). [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja. 82pp.
- Asencio N., Rodriguez V., Dunn J. & Azkarate J. 2009. Conservation value of landscape supplementation for howler monkeys living in forest patches. *Biotropica* 41(6): 768-773.
- Avendaño-Mendoza, C., A. Morón-Ríos, E. Cano y J. León-Cortés. 2005. Dung beetle community (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a tropical landscape at the Lachua Region, Guatemala. *Biodiversity and Conservation*. 14: 801–822, 2005.
- Bang H.S., Lee J.H., Kwon O.S., Na Y.E., Jang Y.S. & Kim W.H. 2005. Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology* 29, 165–171.
- Barlow J., Gardner T.A., Araujo I.S., Avila-Pires T.C.S., Bonaldo A.B. & Costa J.E. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (47):



18555-18560.

- Barlow J., Louzada J. Parry L., Hernandez M., Hawes J., Peres C., Vaz de Mello F. & Gardner T. 2010. Improving the design and management of forest strips in human-induced tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 47: 779-788.
- Basset Y., Novotny V, Miller S.E. & Springates N.D. 1998. Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *Journal of Applied Ecology* 35: 461-466.
- Budowski G. 1987. Living fences in tropical America a widespread agroforestry practice. En: Gholz H.L. (Ed) *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. Dordrecht, Holanda 169-178 pp.
- Bustos L. 2000. Preferencias alimenticias de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima. Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 130 p.
- Camacho R.A. 1999. Usos de las cercas vivas por parte de los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un ambiente fragmentado del piedemonte llanero, Meta, Colombia. Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá. paginas?
- Carretero-Pinzón, X. 2008. Efecto de la disponibilidad de recursos sobre la ecología y comportamiento de *Saimiri sciureus albigena* en fragmentos de bosque de galería, San Martín (Meta – Colombia). Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Cárdenas, J. 2011. Escarabajos Coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en dos fragmentos de bosque y su matriz circundante en el Caribe Colombiano. [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja. 85pp.
- Celi J. y Dávalos A. 2001. Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como Indicadores de la Calidad Ambiental, Ecociencia. Adaptado por: Rodrigo Torres N. 2003. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia.
- Cultid C., Medina C, Martínez B, Escobar A, Constantino L & Betancur N. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. Villa María, Caldas – Colombia. 197 pp.
- Cultid, C. 2007. Ritmos de actividad diaria de vuelo en una comunidad de Coleópteros coprófagos (scarabaeidae: scarabaeinae) de un Paisaje andino, Risaralda, Colombia. [Tesis de pregrado]. Universidad del Valle. Facultad de ciencias. Programa academico de biologia. Santiago de cali. 77pp.
- Escobar, F., Halfpter G. & Arellano L. 2007. From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in Neotropical region. *Ecography* 30: 193-208.
- Escobar F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
- Escobar, F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeida: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitat en la reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 79: 103-121.
- 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 de Biología Tropical* 48(4): 34-44.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima. *Caldasia* 19 (3-4): 419-430.
- Estrada A., Halffter G. Coates-Estrada R. & Meritt D. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 9(1): 45-54.
- Estrada A., Anzures A. & Coates-Estrada R. 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys and dung beetles at Los Tuxtlas, México. *American Journal of Primatology* 48: 253-262.
- Estrada, A y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*. 103: 237-245.
- Estrada A., Coates-Estrada A. & Cammarano P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-594.
- Estrada, A y R. Coates-Estrada. 1991. Howler monkey (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Tuxtlas. *Journal of Tropical Ecology*. 7: 475-490.
- Estupiñán A, & Guacaneme C. 2012. Escarabajos coprófagos colectados en la finca el potrerito vereda guanacas municipio el peñón Cundinamarca (Scarabaeidae: Scarabaeinae).
- Favila M.E. & Halffter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 72: 1-25.
- Figuerais B.K.C., Lanuzzi L. & Leal I. 2011. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic forest. *Biological Conservation* 144: 362-369.
- Forman R.T.T. & Baudry J. 1984. Hedgerows and hedgerow networks in landscape structure. *Environmental Management* 8: 495-510.
- García, J. y L. Pardo. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes occidentales Colombianos. *Ecología aplicada* 3(1,2): 59-63.
- Gardner T.A., Araujo I.S., Avila-Pires T.C.S., Bonaldo A.B. & Costa J.E. 2007. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters* 11: 139-150.
- Giraldo C., Escobar F., Chará J. & Calle Z. 2010. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological process regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity* 1(10): 1-8.
- Gill D.B. 1991. Dung beetles in tropical American forest. p. 221-229, En: Hanski I. & Cambefort Y. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University. Princeton. 473 pp.
- Grimbacher P.S., Catteral C.P., Kanowski J. & Proctor H. 2007. Responses of ground-active beetle assemblages to different styles of deforestation on cleared rainforest land. *Biodiversity Conservation* 16: 2167-2184.
- Halffter G. & Edmonds W.D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología. Mexico D.F. 176 pp.
- Halffter G., Pineda E., Arellano L. & Escobar F. 2007. Instability of Copronecrophagous beetle assemblajes (Coleoptera: Scarabaeinae) in a mountainous tropical landscape of Mexico. *Environmental Entomology* 6: 1397-1407.
- Halffter, G.; 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of



- beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 195-238.
- Halffter G. & Matthews E.G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- Hanski I. & Cambefort Y. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University. Princeton. 473 pp.
- Harvey C.A., Medina A., Merlo D., Vilchez S., Hernandez B., Saenz J.C., Maes J.M., Casanoves F. & Sinclair F.L. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16:1986–1999.
- Harvey C.A., Villanueva C., Villacís J., Chacón M, Muñoz D., López M., Ibrahim M., Gómez R., Taylor R., Martinez J., Navas A., Saenz J., Sánchez D., Medina A., Vilchez B., Hernández B., Perez A., Ruiz F., López F., Lang I. & Sinclair F.L. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystem and Environment* 11:200–230.
- Hernández C, & Herrera J. 2004. Estudio de la comunidad de escarabajos coprofagos (coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque en San José del Guaviare, Colombia.
- Hernandez B, Maes J, Harvey C, Vilchez S, Medina A, Sánchez D. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 N: 39-40.
- Herrerías, D y Benitez-Malvido, J. 2005. Consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas. *Temas sobre la restauración ecológica; Cap, 3. Pág.: 113-126.*
- Hinsley L. & Bellamy P. 2000. The influence of hedge structure management and landscape context on the value of hedge rows to birds: a review. *Journal of Environmental Management* 60: 33-49.
- Horgan F.G. 2005. Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slope of the Peruvian Andes Forest. *Ecological Management* 216: 117-133.
- Horgan F.G. & Fuentes R. 2005. Asymmetrical competition between neotropical dung beetles and its consequence for assemblage structure. *Ecological Entomology* 30:182-193.
- Howden H. F., Howden A. T., Storey R. I. 1991. Nocturnal perching of scarabaeinae dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in Australian Tropical Forest. *Biotropica* 23(1): 51-57.
- Howden, H.F. & Campbell J.M. 1975. Observations on some Scarabaeoidea in the Colombian Sierra Nevada de Santa Marta. *The Coleopterist Bulletin* 28(3): 109-114.
- Jeffries MJ. 1997. *Biodiversity and Conservation*. Fifth Edition. Routledge Pub. London, U.K. 208p.
- Julliot, C. 1996. Seed dispersal by red howling monkey (*Alouatta seniculus*) in the tropical rain forest of French Guainia. *Int. J. Prymaology* 17: 239-258.
- Klein, B. 1989. Effects of forest fragmentation on Dung and carrion Beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70(6): 1715-1725.
- Kohlmann, B y A. Solís. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia*. (49): 159-261.
- Kohlmann B. 1984. Structure of a Scarabaeinae community: A numerical – behavior study (Coleoptera: Scarabaeinae). *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 2: 1-27.
- Larsen T., Lopera A., Forsyth A. & Génier F. 2009. From coprophagy to predation: A dung beetle that kill millepedes. *Biology Letters* 5: 152-155.
- Larsen, T., A. Lopera-Toro y A. Forsyth. 2008. Understanding trait-dependent community disassembly: dung beetle, density functions and forest fragmentation. *Conservation Biology*.



- 22(5): 1288-1298.
- Lasso, C.A., Usma J.S., Trujillo F. & Rial A. (Eds). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- León C.M. & Harvey C.A. 2006. Live fences and landscape connectivity in a tropical landscape. *Agroforestry Systems* 68: 15-26.
- Losey J. & Vaughan M. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56: 311-323.
- Louzada J., Lopes F. & Vaz de Mello F. 2007. Structure and composition of a dung beetle community (Coleoptera, Scarabaeinae) in a small forest patch from Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Zoociencias* 9(2): 199-203.
- Louzada J. & Carvalho P. 2009. Utilisation of introduced Brazilian pastures ecosystems by native dung beetles: diversity patterns and resource use. *Insect Conservation and Diversity* 2: 45-52.
- Louzada J., Lima A., Mataveli R, Zambaldi L. & Barlow J. 2010. Community structure of dung beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance, vegetation and landscape structure. *Landscape Ecology* 25(4): 631-641.
- Medina C. A., Escobar F. & Kattan G. 2002. Diversity, habitat use and temporal rhythms of dung beetles in a heterogeneous Andean landscape. *Biotropica* 34: 181-187.
- Medina, C. & A. Lopera-Toro. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22(2): 299-315.
- Molano F. y I. Morales. 2006. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados al excremento del mono aullador (*Alouatta seniculus*) de la Reserva Natural La Montaña del Ocaso, Quimbaya, Quindío. *Riqueza Biótica Quindiana*, 1 ed. Armenia. Universidad del Quindío. 395 – 398.
- Montes, M. 2010. Efecto de borde en ensamblajes de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en fragmentos de bosque en el nordeste antioqueño, Colombia. Tesis Maestría en Ciencias, área de entomología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 53pp.
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México (coleoptera: lamellicornia Vol 2). México: Argania. 227pp.
- 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. *Biodiversity Conservation* 17: 2867-2898.
- Nichols E., Larsen T., Spector S., Davis A.L., Escobar F., Favila M.E, Vulinec K. & The Scarabaeinae Research Network. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137: 1-19.
- Nichols E., Spector S., Louzada J., Larsen T., Amézquita S., Favila M.E. & The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Nichols E., Gardner T., Peres C., Spector S. & The Scarabaeinae Research Network. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos* 118: 481-487.
- Noriega J. A. 2012. Estructura de un ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera:



- Scarabaeinae) en tres sitios con diferente uso del suelo en Antioquia, Colombia. *Actual Biol* 34 (96): 43-54.
- Noriega J.A., Realpe E. & Fagua G. 2007. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque de galería con tres estadios de alteración. *Universitas Scientiarum* 12: 51-63.
- Noriega J.A. 2009. Análisis de la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en el departamento de Cundinamarca. *Revista de Tecnología* 8(1): 83-89.
- Noriega J.A. & Calle J.C. 2008. Consumption of *Gustavia hexapelata* (Aublet) Smith (Lecythidales: Lecythidaceae) by the dung beetle *Eurysternus plebejus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterist Bulletin* 62(4): 455-460.
- Quintero & Roslin. 2005. Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in central Amazonia. *Ecology*, 86(12), 2005, pp. 3303–3311.
- Romero M., Cabrera E. & Ortiz N. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 186 p.
- Santacruz-Pulido P. & Renjifo L.M. 2011. Live fences as a tool for biodiversity conservation: a study case with birds and plants. *Agroforestry Systems* 81: 15-30.
- Sarmiento-Garcés R. & G. Amat-García. 2009. Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Amazonía colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 33(127): 285-296.
- Scheffler, P. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*. 21:9–19.
- Scheffler, P. 2002. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of Eastern Amazonian. Tesis - Doutored in Ecology. The Pennsylvania State University. 257pp.
- Spector S. & Ayzama S. 2003. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian neotropical forest – savanna ecotone. *Biotropica* 35: 394-404.
- Tregidgo D., Quie L., Barlow J., Sodhi N. & Lim S. 2010. Vertical stratification responses of an arboreal dung beetle species to tropical forest fragmentation in Malaysia. *Biotropica* 42(5): 521-525.
- Vitolo, A. 2000. Clave para la identificación de los géneros y especies Phanaeinas (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae: Coprinae: Phanaeini) de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Físicas y Exactas*. 24(93): 591-601.
- Vitolo, A. 2004. Escarabajos estercoleros de la tribu Phanaeini de Colombia (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae) En: *Insectos de Colombia*. Volumen III. Fernández, F, G. Andrade y G. Amat (Eds). Universidad nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Primera edición.
- Vulinec K. 2000. Dung beetles, monkeys and conservation. *The Florida Entomologist* 3: 229-241.
- Vulinec K., Mellow D. & Vasconcellos da Fonseca C.R. 2007. Arboreal foraging height in a common neotropical dung beetle *Canthon subhyalinus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *Coleopterist Bulletin* 61: 75-81.
- Willson, M. F., Irvine, A. K & Walsh, N.G. 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australia and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. *Biotropica* 21: 133-147.
- Zahawi R. 2005. Establishment and growth of living fence species: An overlooked tool for the



restoration of degraded areas in the tropics. *Restoration Ecology* 13(1): 92-102.

#### 4. Contenidos

El documento se encuentra dividido en 8 apartados:

**Introducción:** se describe, el papel que cumplen los bosque como corredores y refugios faunísticos la fragmentación como problema, y la utilización de los escarabajos coprófagos como bioindicadores.

**Justificación:** La utilización de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) como indicadores de fragmentación nos puede dar una perspectiva de como conservar grandes porciones de bosque, ya que los escarabajos son fundamentales para establecer el impacto antrópico al verse seriamente afectados

**Objetivo:** evaluar la estructura espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos en diferentes fragmentos de bosque de galería, cercas vivas y potreros.

**Antecedentes:** La subfamilia Scarabaeinae es un grupo bien estudiado en Colombia y en el mundo, la mayoría de estudios se han encaminado a establecer los efectos de la fragmentación en el paisaje y la función que desempeñan los escarabajos coprófagos en los ecosistemas, por esto se revisaron estudios ecológicos y taxonómicos de diferentes partes del mundo sobre ese grupo.

**Marco teórico:** en este apartado se desarrollan diferentes conceptos asociados al hábitat, morfología, descripción del entorno, métodos y análisis estadísticos.

**Metodología:** ver apartado 5.

**Resultados y discusión:** se dan a conocer los datos obtenidos en la investigación, como el número total de individuos capturados y los géneros. Se analizan los resultados de los índices de diversidad, entre fragmentos y cercas vivas, y se compara con estudios diferentes realizados en la zona.

**Conclusiones:** ver apartado 6.

#### 5. Metodología

Se dividió en tres fases: de campo, de laboratorio y de análisis.

La fase de campo se realizó en dos etapas: un reconocimiento preliminar con el fin de determinar los fragmentos de bosque a trabajar, y dos eventos de muestreo por época climática, entre la tercera semana de enero (18 al 22) de 2016 y la tercera semana de abril (25 al 29) de 2016, periodos que corresponden a la época seca y de lluvia, donde se ubicó un transecto con trampas de caída (pitfall), se instalaron diez (10) trampas, por bosque y cerca viva separadas 50m entre sí (Larsen & Forsyth 2005). Las trampas permanecieron abiertas 48 horas y se almacenaron los escarabajos con su respectiva etiqueta de colecta (Noriega 2009).



En la segunda fase las muestras se llevaron al laboratorio de biología de la Universidad Pedagógica Nacional (la “casita de biología”) donde se limpiaron, contaron e identificaron hasta especie utilizando las diferentes claves para este grupo y la comparación con material ya identificado, se corroboró la identificación con la colección personal de Jorge Ari Noriega.

La tercera y última fase, se utilizó los software PAST, EstimateS y BioDiversity Pro, se evaluó la diversidad beta, en términos de la similitud equitatividad entre fragmentos y cercas vivas, utilizando los índices de Shannon-Wiener, Simpson y equitatividad de Pielou. Luego se realizó un estimado del número esperado de especies mediante curvas de acumulación a través de los índices de Chao1, ACE y BOOTSTRAP lo que permitió valorar la representatividad del muestreo. Para determinar la variación espacial y temporal de la estructura de los insectos se realizó un nMDS usando el índice de similaridad de Bray-Curtis.

## 6. Conclusiones

- En cada una de las zonas muestreadas la especie que domina el ensamblaje es diferente, no solo dependiendo de la temporada (seca o lluvia) sino del habitat muestreado (fragmentos de bosque, cercas vivas o potreros), lo cual evidencia que pocas especies son en realidad dominantes, lo cual podría explicarse por una fuerte competencia, por una repartición espacio-temporal del ensamblaje y por una dinámica muy particular del recurso trófico, donde las especies con abundancias muy bajas posiblemente estén usando fuentes alternativas de alimentación.
- Para todos los sitios de muestreo los valores de la riqueza son diferentes y presentándose un aumento de especies entre los períodos de lluvia.
- En términos generales para el período de lluvias y sequía en los fragmentos, no se presentaron diferencias en cuanto a la riqueza, ya que se colectó la misma cantidad de especies (16, dos más para el período de lluvias, 18), se presentan diferencias a nivel cualitativo (composición de especies) igual para esta temporada se obtuvo la mayor abundancia y la mayor dominancia.
- En el período lluvioso las especies *Dichotomius nesus*, *Ateuchus* sp. y *Canthon juvenicus*, pasan de estar en los fragmentos, a encontrarse solo en las cercas vivas y potreros, disminuyendo su abundancia en estos sitios.
- La riqueza y la abundancia de los escarabajos coprófagos está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas, la precipitación, y de manera muy especial como registramos en este trabajo al tamaño y tipo de cobertura vegetal y las variables abióticas asociadas a ella (temperatura, humedad, tipo de suelo), ya que en cada uno la oferta alimenticia, las restricciones fisiológicas, la protección que ofrecen los fragmentos, las cercas vivas y las zonas abiertas como los potreros cambian drásticamente. Estos valores de riqueza y abundancia en los fragmentos y cercas vivas, nos señalan que pueden ser áreas apropiadas para impulsar programas de conservación. Adicionalmente, se evidenció



una marcada dinámica estacional, donde el ensamble de escarabajos coprófagos responde a los cambios en la pluviosidad de la zona de muestreo, puesto que se registró un aumento drástico en la abundancia en la temporada de lluvias, condición que es registrada en otros estudios.

- De acuerdo con los resultados, las cercas vivas estudiadas tienen una alta representatividad de la fauna y recambio de especies de escarabajos coprófagos, lo que nos permite pensar que estas cercas vivas hacen posible la dispersión de las especies de escarabajos entre los fragmentos. Además también están siendo utilizadas por los primates, evidenciando una compleja relación primates-escarabajos. Sin embargo, es necesario continuar con este tipo de investigaciones y profundizar en el entendimiento del grado de interrelación espacial y temporal entre estos dos elementos faunísticos.
- En la temporada de sequía el mayor número de especies es de hábito cavador, probablemente por las condiciones de suelo ya que estas especies están más acondicionadas físicamente para suelos duros. Para la temporada de lluvias crece notablemente las especies rodadoras y las residentes. Es probable que los patrones de relocalización y la estacionalidad puedan funcionar como mecanismo que reduce la competencia.
- La captura de *Coprophanæus telamon*, especie de hábito carroñero, pudo darse por la presencia de carne en las heces humanas que se usaron como cebo, por lo que proponemos que sería interesante ampliar los muestreos con el uso de otros cebos y la implementación de trampas adicionales que ayudarían a completar a fondo el inventario de la región. Algunas otras especies como *Onthopagus buculus* estarían señalando la existencia de áreas semialteradas sirviendo como especies indicadoras del estado de conservación de los fragmentos y cercas.
- Es probable que la intervención antrópica genere cambios en la textura del suelo impidiendo los procesos de nidificación, dadas las condiciones de temperatura que allí se presentan, como una alta radiación solar, esto se pudo evidenciar en la riqueza y abundancia de los escarabajos en los potreros, ya que la riqueza disminuye en la medida en que aumenta el nivel de intervención. Igualmente, cabe señalar la fragilidad del ecosistema al ser sometidos a una presión antrópica fuerte de deforestación que genera fragmentación y pérdida de biodiversidad.

<b>Elaborado por:</b>	Rodríguez García Santiago.
<b>Revisado por:</b>	Medellín Cadena Francisco.

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>2016</b>
--	-----------	-----------	-------------



## Tabla de contenido.

ÍNDICE DE FIGURAS .....	18
ÍNDICE DE TABLAS .....	19
ANEXOS.....	19
INTRODUCCIÓN .....	20
JUSTIFICACIÓN .....	21
OBJETIVOS .....	22
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
ANTECEDENTES .....	23
1.3. <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	23
1.4. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	24
1.5. <i>Antecedentes Universidad Pedagógica Nacional</i> .....	25
3.1. Ensamblajes de escarabajos coprófagos: ecología, respuesta a la deforestación y aporte funcional.....	26
3.2. Cercas vivas: .....	27
3.3. La subfamilia Scarabaeinae .....	28
3.3.1. <i>El orden Coleoptera</i> .....	28
3.3.2. <i>Los escarabajos coprófagos</i> .....	28
3.3.3. <i>Relocalización del recurso</i> .....	30
3.4. Bosques de galería y primates .....	30
3.4.1. <i>Bosques de galería</i> .....	30
METODOLOGÍA .....	31
4.1. Zona de estudio.....	31
4.2. Fase de campo.....	33
4.2.1. <i>Fase preliminar</i> .....	33
4.2.2. <i>Fase de colecta</i> .....	33
4.2.3. <i>Colecta de escarabajos</i> .....	33
4.2.4. <i>Trampas de caída</i> .....	34
4.3. Fase de laboratorio. ....	35
4.4. Fase de análisis.....	35



RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1. Curvas de acumulación .....	36
5.3. Diversidad, Dominancia y Equitatividad. ....	42
5.4. Relocalización. ....	44
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES .....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Fig. 1</b> Modelo generalizado de la morfología externa de escarabajo coprófago. Vista inferior y vista superior.....	29
<b>Fig. 2.</b> Localización General del Municipio. Tomado de: <a href="http://www.sanmartin-meta.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&amp;x=1861160">http://www.sanmartin-meta.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&amp;x=1861160</a> .....	32
<b>Fig. 3.</b> Área de estudio. Los números indican fragmentos de bosque de galería; las letras hacen referencia a las cercas vivas y potreros. San Martin, Meta - Colombia. Autor 2016.....	32
<b>Fig. 4.</b> Trampa de caída. Fragmento y potreros. Autor 2016.....	34
<b>Fig. 5</b> Trabajo de laboratorio, limpieza, identificación y montaje. Autor. 2016.....	35
<b>Fig. 6.</b> Curvas de acumulación, temporada seca del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril. San Martin, Meta – Colombia. 2016.....	36
<b>Fig. 7.</b> Variación de la abundancia de escarabajos coprófagos durante las dos épocas de muestreo (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. 2016.....	37
<b>Fig. 8.</b> Abundancia por especie. (Sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. ....	38
<b>Fig. 9.</b> Dendograma, Cluster por temporada, con base en los índices de similaridad de Bray Curtis. Los fragmentos. F1, F2, F3, F4, cerca viva. CV-A, CV-B, CV-C, CV-D, y potreros. P1, P2, P3. (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. 2016.....	40
<b>Fig. 10.</b> Estructurara del ensamblaje entre hábitats: época de lluvias (del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. 2016.....	42
<b>Fig. 11</b> Estructurara del ensamblaje entre hábitats: época de sequía (del 18 al 22 de enero). San Martin, Meta – Colombia. ....	43
<b>Fig. 12</b> Estructurara del ensamblaje entre épocas de lluvia vs sequía (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. 2016. ....	43
<b>Fig. 13.</b> Relocalización por zona de muestreo en las dos temporadas (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martin, Meta – Colombia. 2016 .....	44



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla. 1.</b> Especies de primates por fragmento de bosque. Finca Santa Rosa.....	33
<b>Tabla. 2.</b> Caracterización de los fragmentos. Finca Santa Rosa.....	33
<b>Tabla. 3.</b> Riqueza, Dominancia (Simpson), diversidad (Shannon) y equidad (Pielou) en cada zona de muestreo. Finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia .....	41
<b>Tabla. 4.</b> Listado de las especies de escarabajos coprófagos y número de individuos colectados en cada temporada de muestreo (seca y lluviosa). Finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia..	41

## ANEXOS

<b>Anexo. 1.</b> Fotografías de las especies de escarabajos coprófagos durante las dos épocas de muestreo (sequía y lluvias), en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. ....	55
<b>Anexo. 2.</b> Cuadros de bigotes. Estructurara del ensamblaje de escarabajos coprófagos, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia.....	56
<b>Anexo. 3.</b> Curvas de acumulación, por zona estudiada en temporada seca, finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia. ....	60
<b>Anexo. 4.</b> Curvas de acumulación, por zona estudiada en temporada de lluvia, finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia.....	61
<b>Anexo. 5.</b> Tabla número de individuos de las especies colectadas de escarabajos coprófagos durante la época de sequía, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. En los fragmentos de bosque, cercas vivas y potreros. ....	63
<b>Anexo. 6.</b> Tabla números de individuos de las especies de escarabajos coprófagos colectadas durante la época de lluviosa, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. En los fragmentos de bosque, cercas vivas y potreros. ....	64



## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas cuatro décadas los bosques de galería pertenecientes al departamento del Meta (Colombia), han sufrido un fuerte proceso de deforestación generando la pérdida de su conectividad y una creciente disminución de su área original (Romero *et al.* 2008). El establecimiento de zonas de cultivo, minería y ganadería extensiva son las principales causas de su fragmentación. Tal problemática ha comprometido los bienes y servicios ecosistémicos y el papel que cumplen como corredores y refugios faunísticos entre diferentes sistemas como: Andes, Orinoquía y Amazonía (Lasso *et al.* 2010). Esta situación ha generado como resultado la conformación de un mosaico de fragmentos de diversos tamaños inmersos en matrices principalmente, de potrero y de cultivos de palma de aceite. A pesar de este panorama, la capacidad para proteger cuerpos de agua y la declaración de reservas naturales han argumentado la permanencia de los bosques de galería, convirtiéndose en una base para su conservación y manejo.

Dentro de este mosaico de vegetación existen coberturas, como las cercas vivas, que representan un importante potencial para el aumento de la conectividad (Leon & Harvey 2006). Estos elementos, poseen una configuración que funciona como hábitat transitorio, y en algunos casos, como hábitat permanente (Santacruz-Pulido & Renjifo 2011). Es por esto que la conservación e incremento de las cercas vivas puede considerarse como un elemento fundamental para dinamizar la conectividad de los bosques. El estudio de su uso como áreas de refugio para la fauna silvestre, contrarrestando los eventos de fragmentación, se ha consolidado durante los últimos años (Harvey *et al.* 2005), sin embargo para algunos grupos de artrópodos la información existente es aun limitada. Este es el caso de los insectos, grupo para el que varios autores han reportado un efecto negativo de la fragmentación sobre las comunidades (Basset *et al.* 1998, Losey & Vaughan 2006, Grimbacher *et al.* 2007).

Uno de los grupos de insectos que presenta una de las relaciones más estrechas con el estado de conservación de los ecosistemas y con la salud de las poblaciones de primates son los escarabajos coprófagos quienes aportan una serie de servicios importantes a nivel funcional para los ecosistemas (Favila & Halffter 1997, Nichols *et al.* 2007, 2008). Igualmente los insectos, aportan información de la dinámica temporal del ecosistema y de los cambios en las poblaciones de primates en un área perturbada (Andresen 2007), siendo potenciales indicadores de eventos de fragmentación y conectividad.

En el caso específico y de acuerdo a la problemática del ecosistema, este estudio busca evaluar y entender las siguientes preguntas: ¿Cómo los fragmentos de bosque de galería y especialmente las cercas vivas afectan la estructura (riqueza, abundancia, diversidad, y composición) de los ensamblajes de escarabajos? ¿Cómo se relaciona la estructura encontrada con factores locales (vegetación y presencia de primates) y paisajísticos (aislamiento y tamaño de fragmentos)? ¿Cómo se pueden utilizar los escarabajos como indicadores de la salud y movilidad de las poblaciones de primates?



## JUSTIFICACIÓN

*“La diversidad biológica de nuestro planeta está perdiéndose como consecuencia directa o indirecta de las actividades humanas. Los tamaños de las poblaciones de animales y plantas disminuyen y la consecuente pérdida en la diversidad genética reduce la posibilidad de las poblaciones remanentes de adaptarse a los cambios en el ambiente”* (Bierregaard 2001). En los bosques tropicales la expansión poblacional y el estableciendo de viviendas y cultivos, mediante la tala y quema de bosque, da como resultado la reducción de las poblaciones de plantas y animales, afectado los niveles de organización ecológica (Jeffries 1997). La fragmentación es un proceso en el que el hábitat natural es reducido a pequeños remanentes, teniendo un impacto significativo sobre el establecimiento y composición de especies de plantas y animales. Cada proceso de fragmentación puede ser considerado como único, debido a las características inherentes a este, como su origen, su duración en el tiempo, su intensidad y la forma y tamaño final del fragmento, entre otros (Amézquita *et al.* 1999).

La utilización de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) como indicadores de fragmentación pueden dar una perspectiva de como conservar grandes porciones de bosque, ya que los escarabajos son fundamentales para establecer el impacto humano al verse seriamente afectados por el nivel de impacto que genera el hombre (Hanski & Cambefort 1991). Este grupo de escarabajos son sensibles a la fragmentación y transformación de sus hábitats, debido a que dependen de recursos efímeros como el excremento de vertebrados y la carroña. Su estrecha relación con estos recursos los define como un importante eslabón en diferentes procesos ecológicos a nivel del suelo como la remoción y re-distribución de la materia orgánica, dispersión secundaria de semillas y el control de parásitos. En este sentido, los escarabajos coprófagos son propuestos como un importante grupo indicador de la perturbación antrópica (Cultid *et al.* 2012).

El conocimiento biológico de un grupo de organismos ayuda a afianzar los conocimientos disciplinares en la formación del licenciado en biología, así mismo el trabajo en campo fortalece el conocimiento tanto teórico como práctico en los aspectos biológicos e investigativos, permitiendo así la construcción y análisis de conceptos específicos de la biología, sus actitudes y valores, estos estudios, incrementan la calidad de la formación integral de los educadores. Así la interdisciplinariedad del educador debe posibilitarle el aprovechamiento del entorno para poder conocer, interrogar y responder a situaciones que sucedan fuera y dentro del aula.



## **OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la estructura espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos en diferentes fragmentos de bosque de galería, cercas vivas y potrero en una reserva en San Martín, Meta – Colombia.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar la variación espacial de la estructura del ensamblaje de escarabajos coprófagos entre los fragmentos de bosque, cercas vivas y potreros.

Contrastar la abundancia, riqueza y composición de los escarabajos coprófagos encontrados en cada uno de los fragmentos.



## ANTECEDENTES

La subfamilia Scarabaeinae es un grupo bien estudiado en Colombia y en el mundo, la mayoría de estudios se han encaminado a establecer los efectos de la fragmentación en el paisaje y la función que desempeñan los escarabajos coprófagos en los ecosistemas, donde se ha corroborado que este grupo se ve afectado negativamente por los cambios en los ecosistemas (Estrada *et al.* 1998, 1999; Escobar 2004; Scheffler 2005; Quintero y Roslin 2005; Avendaño-Mendoza *et al.* 2005; Andresen y Feer 2005; Andresen y Laurance 2007; Larsen *et al.* 2008.) estudios en Colombia como los de Noriega (2012) y Escobar (2004), proponen la utilización de los escarabajos coprófagos como bioindicadores de perturbaciones antropogénicas en los bosques tropicales.

Para Colombia Cárdenas (2011) y Montes (2010) mencionan en sus trabajos la relación entre los cambios de temperatura ambiental y la riqueza de escarabajos y su distribución, aunque también mencionan que puede haber otras variables como la cobertura de la vegetación, la humedad y el tipo de suelo.

Referente a los estudios sobre la fragmentación se destacan los de Arias-Buriticá (2008), Amézquita *et al.* (1999), García y Pardo (2004) y Escobar (2000, 2004) donde muestran una tendencia a la disminución en la composición de especies de escarabajos desde ecosistemas conservados hacia los intervenidos. También se encontró otros estudios que hacen referencia a patrones de segregación ecológica como el realizado por Cultid (2007) y el de Molano y Morales (2006) en lo referente a la identificación de escarabajos asociados a excremento de mamíferos, como los primates.

A pesar de que los escarabajos coprófagos se han muestreado y estudiado ampliamente en Colombia, en la región de la Orinoquia son pocos los estudios conocidos para este grupo. Existen unas 6.000 especies de escarabajos coprófagos en el mundo y aproximadamente unas 300 registradas para Colombia (Medina 2001, Noriega *et al.* 2005). Comparado con otras regiones del país, el número de especies de escarabajos coprófagos de la Orinoquia es alto (Medina *et al.* 2001, Pulido *et al.* 2007).

### ***1.3. Antecedentes Internacionales***

En lo relacionado con cercas vivas existen algunos trabajos importantes como el de Harvey (2005) quien argumenta que estas estructuras son componentes importantes de los paisajes agrícolas, que merecen mucha más atención en las estrategias de manejo sostenible de la tierra, y deben ser un elemento explícito en las regulaciones y los incentivos que tienen como objetivo mejorar la integridad ecológica de los paisajes. Sobre este tema de cercas vivas la investigación menciona que existe poca información acerca de su abundancia, distribución y función. Este estudio presenta un análisis de sus roles ecológicos y agronómicos, a partir de inventarios detallados tanto a escala de finca como de paisaje, en cuatro áreas contrastantes de producción de ganado en Costa Rica y Nicaragua. En todos los paisajes, los principales roles productivos de las cercas vivas fueron los de dividir las pasturas y actuar como barreras para el movimiento de animales, como también, fueron



particularmente importantes para aumentar la conectividad estructural de los hábitats boscosos en el paisaje.

Hernández (2003), caracteriza la diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero de Rivas - Nicaragua, comparando la abundancia, riqueza y diversidad de escarabajos y mariposas en diferentes tipos de hábitat (bosques secundarios, bosques riparios, charrales, cercas vivas y potreros con alta y baja cobertura arbórea) para evaluar la importancia de diferentes hábitats para la conservación. Se colectaron 15679 individuos de 33 especies de escarabajos coprófagos, de las cuales las más abundantes fueron *Copris lugubris*, *Onthophagus batesi* y *Ateuchus rodriguezi*. No se encontró diferencias entre los hábitats en la abundancia y riqueza de escarabajos, ni en la riqueza de especies, diversidad o equitatividad de mariposas; en cambio, si se presentaron diferencias en la diversidad y uniformidad de escarabajos, y en la abundancia de mariposas entre hábitats. También existieron diferencias importantes en la composición de especies entre hábitats, con más especies típicas de bosque presentes en los hábitats más boscosos (bosques secundarios, bosques riparios y charrales).

#### **1.4. Antecedentes nacionales**

Entre los trabajos a nivel nacional encontramos el trabajo realizado por Amézquita *et al.* (1999) en su estudio en remanentes de bosque de la Orinoquia colombiana, presenta resultados de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos en dos tipos de remanentes de bosques diferentes pero de igual tamaño, y sobre un corredor de bosque vs. tres parches aislados. En este estudio no se encontraron diferencias en la riqueza y diversidad de las comunidades de escarabajos, encontrando que se han mantenido las mismas especies comparados con otros estudios hechos en la zona. Este estudio hace referencia que la presencia de cercas vivas puede servir como flujo de individuos, aclarando que aún no se tiene suficientes datos para concluir los beneficios de estas cercas.

Respecto a la conservación de ecosistemas mediante la utilización de escarabajos coprófagos, Quintero y Roslin (2005) sugieren que los escarabajos coprófagos en condiciones favorables, son funcionalmente importantes ya que pueden restaurar rápidamente el rebrote secundario y así mismo que la preservación de los fragmentos de bosque y vegetación secundaria puede proporcionar un importante complemento en la conservación de los bosques. Esta información refuerza la idea que los escarabajos coprófagos, son cruciales en la dispersión de semillas ayudan a la regeneración de los bosques tropicales, siendo su utilización un aspecto clave para la reforestación natural.

Escobar (2004), mide la diversidad y la composición de escarabajos coprófagos analizando hábitats naturales y antropogénicos, como bosque primario y secundario, pastizales y tierras de cultivo. Los resultados dados en esta investigación apoyan la idea de que la regeneración de áreas y ciertos sistemas de uso de la tierra pueden mitigar los efectos perjudiciales causados por el hombre sobre la biodiversidad. Este estudio aporta argumentos en la utilización de los escarabajos coprófagos como bioindicadores de perturbaciones antropogénicas en los bosques tropicales.



Otro estudio de utilización de escarabajos como bioindicadores es el de Noriega *et al.* (2012), realizado en una finca cafetera y ganadera en el municipio de Tarso (Antioquia), utilizando a los escarabajos coprófagos como grupo bioindicador. En esta investigación se realizan tres muestreos en tres hábitats diferentes: bosque, cafetal y pastizal. Encontrando que no hay diferencias significativas en la riqueza, en la abundancia, la diversidad entre los tres hábitats, pero si en la biomasa. Según Noriega *et al.* (2012), las diferencias entre las biomásas encontradas responde a los procesos de perturbación y fragmentación, de la zona estudiada.

Adicionalmente, para la zona de estudio encontramos el trabajo de Carretero-Pinzón (2008) sobre estructura de los primates, realizado en la finca Santa Rosa y Arrayanes en San Martín Meta. Junto con el de Gaitán (2009), que estudió el papel de la especie *Alouatta seniculus* como dispersor de semillas. Estos dos trabajos referencian investigaciones realizadas en la zona a trabajar, donde se estudió la composición vegetal, la producción de frutos, senderos y población de primates, en ocho fragmentos de bosque de la finca Santa Rosa y Arrayanes, dándonos una idea y una perspectiva más clara de la zona.

### **1.5. Antecedentes Universidad Pedagógica Nacional**

En la Universidad Pedagógica Nacional se han realizado varios trabajos con escarabajos entre los que encontramos el de Torres y Guevara (2012), donde se elabora una lista anotada registrando especies pertenecientes a la subfamilia Rutelinae. Otro estudio el de Pachón (2010), la cual contribuye a la documentación acerca de la representatividad, riqueza y distribución de los escarabajos de la tribu Phanaeini de Colombia. También encontramos el de Echeverry (2006), donde utiliza los escarabajos coprófagos como instrumento educativo en el ámbito de la educación ambiental.

Se reseñan dos estudios, el de Estupiñán y Guacaneme en el 2012, muestran una lista anotada de los escarabajos coprófagos de la finca El Potrerito (Vereda Guanacas, El Peñón, Cundinamarca, Colombia), obteniendo como resultado 15 especies de la subfamilia Scarabaeinae. En este trabajo destacan el registro de *Ateuchus*, un nuevo género para el departamento de Cundinamarca y el registro para la zona de *Eurysternus foedus* y *Onthophagus belorhinus*. también destaca *Dichotomius deyrollei* que amplía su rango altitudinal pasando de los 600 m hasta los 1305 m. Los autores destacan la importancia ecológica y la riqueza que se registra en Colombia de este grupo de insectos.

Otro estudio es el de Hernández y Herrera (2004), donde se caracteriza la comunidad de escarabajos coprófagos, determinando su composición en términos de riqueza y abundancia, considerando tres periodos de precipitación durante el año y tres sitios dentro de un fragmento de bosque: en el interior, en el borde y potrero. Encontraron especies exclusivas para cada sitio, y exclusivas para cada mes. Los índices de diversidad muestran un mayor valor respecto a la dominancia en el interior, con relación a los otros sitios, siendo más marcado en el mes de julio, donde los niveles de precipitación son más altos. Los autores observaron una relación entre la abundancia de las especies y los niveles de precipitación, y señalan que algunas especies son sensibles a los cambios climáticos que pueden favorecer o perjudicar el óptimo desarrollo de las especies de escarabajos.



## MARCO TEÓRICO

### 3.1. Ensamblajes de escarabajos coprófagos: ecología, respuesta a la deforestación y aporte funcional

En Colombia el estudio de los escarabajos coprófagos ha avanzado durante los últimos años, partiendo de estudios netamente descriptivos como los realizados por Howden & Campbell (1975) a investigaciones con implicaciones ecológicas importantes (Escobar, Halffter & Arellano 2007). Con respecto a la respuesta a la fragmentación se mantiene la tendencia encontrada en bosques tropicales, donde se evidencia un efecto negativo generalizado sobre los ensambles de escarabajos. El tamaño del fragmento de bosque, el tipo de matriz circundante, aislamiento de parches y preferencias de hábitat a nivel local se han reconocido como los principales factores involucrados en el cambio de los ensambles (Amat *et al.* 1997, Escobar 1997, Amézquita *et al.* 1999, Noriega *et al.* 2007, Noriega 2009). A pesar de esto, aún existen vacíos de investigación basados en la evaluación de cambios funcionales a nivel del ensamblaje, la relación con los mamíferos y vegetación local y el efecto de borde.

Los escarabajos coprófagos son organismos que se alimentan (adultos y larvas) principalmente de heces de vertebrados y de materia animal en descomposición (Halffter & Mathews 1966). Estos recursos son también utilizados para su reproducción (Halffter & Edmonds 1982, Hanski & Cambefort 1991), proceso que sumado a la alimentación, implica una serie de comportamientos y características morfológicas específicas que definen en gran parte su nicho ecológico (Halffter & Edmonds 1982). Este se cimienta principalmente en tres dimensiones ecológicas: la relocalización del recurso, su distribución espacial y su distribución temporal (Halffter & Edmonds 1982, Kohlman 1984). En el primer caso el recurso se manipula de diversas formas, ya sea enterrándolo en galerías justo debajo del suelo (paracópridos), moviéndolo a una distancia determinada y luego enterrándolo (telecópridos), manipulándolo sin enterrarlo (endocópridos) o hurtándolo de madrigueras de otros escarabajos (kleptocópridos) (Halffter & Edmonds 1982, Halffter & Halffter 1989). Espacio-temporalmente su diferenciación se basa en la ocupación de los diversos estratos del bosque, principalmente el sotobosque y el dosel, junto con una separación de su actividad durante las 24 horas (diurnos, nocturnos y crepusculares) (Halffter & Edmonds 1982, Escobar & Chacón 2000, Vulinec 2000, Vulinec *et al.* 2007, Tregidgo *et al.* 2010). Esta inversión ecológica adaptativa implica un cierto grado de especialización, y se presume que ha evolucionado en respuesta a las diversas presiones de competencia por un recurso efímero y de alta vulnerabilidad a factores físicos y biológicos (Hanski & Cambefort 1991, Horgan 2005).

A nivel de los ecosistemas tropicales, los escarabajos coprófagos proveen una serie de servicios ecológicos cruciales, facilitando el reciclaje de nutrientes y la descomposición de materia orgánica por medio de la remoción del suelo y de heces (Nichols *et al.* 2008), interviniendo en la dispersión secundaria de semillas (Andresen 2003, Andresen & Levey



2004) y promoviendo el crecimiento de las plantas (Bang *et al.* 2005). Dichas cualidades sumadas a la sensibilidad a cambios en su hábitat y los bajos costos de investigación (Nichols *et al.* 2007, Gardner *et al.* 2007), han hecho de este grupo un modelo ecológico viable para la evaluación de la fragmentación sobre los ecosistemas (Favila & Halffter 1997, Barlow *et al.* 2007).

A raíz del aumento de la deforestación en el trópico, se han adelantado estudios relacionados con la respuesta y resiliencia de los ensamblajes a este fenómeno a diferentes escalas. El panorama general refleja un efecto negativo sobre los atributos primarios (estructura, composición y aporte funcional) de los ensamblajes luego de un evento de disturbio antrópico (Nichols *et al.* 2007). Efecto reflejado en la disminución de su riqueza a mediano (Spector & Ayzama 2003, Halffter *et al.* 2007, Figuerais *et al.* 2011) y largo plazo (Arellano & Halffter 2003, Navarrete & Halffter 2008), en la alteración de su biomasa y de las tasas de remoción del suelo y del excremento (Horgan 2005, Larsen *et al.* 2008, Amézquita & Favila 2010, 2011), en el incremento de la abundancia de especies generalistas (Horgan & Fuentes 2005, Louzada, Lopes & Vaz de Mello 2007, Louzada *et al.* 2010), el ingreso de especies propias de matrices perturbadas (Louzada & Carvalho 2009) y en el aumento de la depredación de semillas (Estrada & Coates-Estrada 1998, Andresen & Levey 2004). En otros casos se reportan comportamientos tróficos extremos en respuesta al cambio en su hábitat, donde se aprovechan recursos como frutas, hongos y otros insectos (Gill 1991, Noriega & Calle 2008, Larsen *et al.* 2009). Paralelamente se resalta la estrecha relación con los mamíferos como proveedores de recurso y de cómo el estudio de estos grupos junto con las comunidades de escarabajos coprófagos pueden aportar información sobre el efecto de posibles efectos cascada (Estrada *et al.* 1993, 1999, Andresen 2007, Nichols *et al.* 2009).

Por otro lado, las investigaciones señalan algunas alternativas que pueden ayudar a mitigar estos efectos y su implicación a largo plazo. La implementación de sistemas silvopastoriles mixtos, bosques secundarios o en estadios de restauración, cultivos mixtos con bosques inmersos y el uso de cercas vivas han demostrado ser una opción viable para el soporte de ensamblajes de escarabajos con características similares a bosques poco perturbados (Camacho 1999, Medina *et al.* 2002, Giraldo *et al.* 2010).

### **3.2. Cercas vivas: herramientas para el mantenimiento de la conectividad**

Los sistemas productivos, en su mayoría, se encuentran compuestos por una serie de fragmentos de bosque inmersos en matrices de cultivos y pastizales. En algunos casos dentro de esta configuración se identifican coberturas vegetales organizadas de forma lineal o cercas vivas, que se pueden entender como barreras físicas, de división de terrenos o como unidades conectoras (Forman & Baudry 1984). Según su origen las cercas vivas pueden ser plantadas, donde se tienen un grupo de árboles de edad similar con una estructura simple, o espontáneas, conformadas por plantas que obedecen a la regeneración



natural del bosque que crece junto a cercas artificiales utilizadas por los campesinos y que poseen una estructura un poco más diversa (Forman & Baudry 1984, Budowski 1987).

Se ha documentado que estas unidades actúan como corredores entre fragmentos aislados, facilitando el movimiento de fauna y el acceso a determinados recursos a través de la matriz (potrero o cultivo) (Hinsley & Bellamy 2000). En otros casos actúan como hábitats o como sitios de alimentación para diversos grupos de animales (insectos, aves, murciélagos y otros mamíferos) (Estrada 2000, Asencio *et al.* 2009, Santacruz-Pulido & Renjifo 2011), al mismo tiempo aceleran la recuperación de bosques degradados actuando como facilitadoras de dispersión y asentamiento de semillas (Harvey *et al.* 2005, Zahawi 2005).

Este conjunto de cualidades, sumadas a su importante aporte en el aumento de la conectividad, les proporciona a estos elementos un potencial para su estudio y utilización en un contexto de conservación local y regional (Harvey *et al.* 2006). Pese a esto, las investigaciones que relacionan los efectos de las cercas vivas sobre el mantenimiento de la diversidad en el trópico son escasas y limitadas para ciertos grupos de organismos (insectos: escarabajos coprófagos) (Barlow *et al.* 2010). Los estudios realizados por Estrada (1999) en Tuxtla, México y por Camacho *et al.* (1999) en el piedemonte llanero constituyen los únicos estudios que han profundizado en el aporte funcional de las cercas vivas. En ambos trabajos destacan las cualidades de estos elementos como potenciales sitios de refugio y movimiento de escarabajos, a su vez resaltan la importancia de caracterizar las cercas vivas de acuerdo a sus cualidades y su posible implementación como alternativa de conservación.

### **3.3. La subfamilia Scarabaeinae**

#### **3.3.1. El orden Coleoptera**

El orden Coleoptera conforma un grupo de aproximadamente 360.000 especies en todo el mundo, distribuidas en 160 familias (Amat & Amat 2005). La característica principal de este grupo es un par de alas duras o “élitros” que protegen su cuerpo y aparato mandibular fuerte que les permiten cortar y masticar su alimento (Celi y Dávalos 2001).

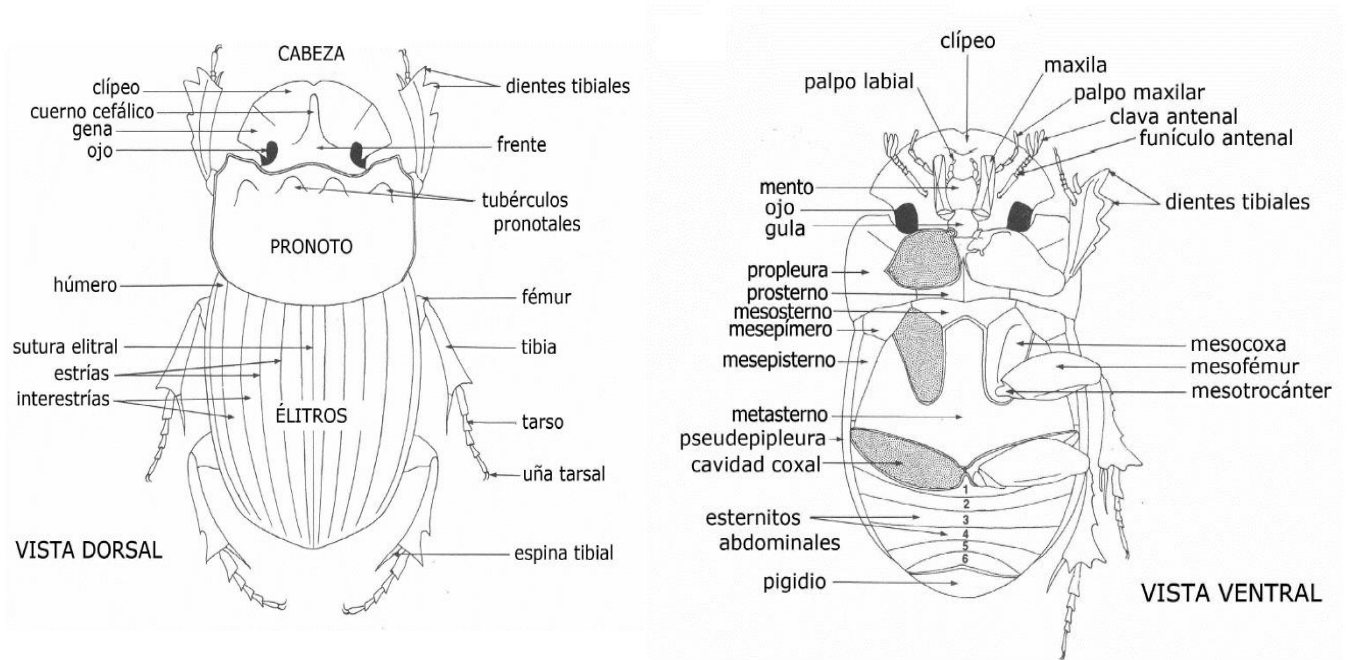
En sentido estricto, los escarabajos típicos constituyen la superfamilia Scarabaeoidea, y son llamados también Lamelicornios por la presencia de antenas lameladas terminadas en varios segmentos comprimidos y alargados en forma de laminilla. También tienen tarsos en sus patas con cinco segmentos y larvas de tipo escarabeiforme (Amat *et al.* 2005).

#### **3.3.2. Los escarabajos coprófagos**

Se da el nombre de coleópteros coprófagos o estercoleros a las especies pertenecientes a las subfamilias: Scarabaeinae, Ceratocanthinae, Hybosorinae, Aphodiinae y Geotrupinae (Amat *et al.* 2005). Se conocen en el mundo 200 géneros y unas 6000 especies de escarabajos coprófagos; la mayor parte de estas especies se concentran en la región neotropical (Amat & Amat 2005). El lugar donde cada especie vive depende entre otras



cosas de la cantidad y tipo de alimento, de las características del suelo y del tipo de vegetación. (Celi y Dávalos 2001). El estiércol de los vertebrados y particularmente mamíferos es el principal recurso entre los hábitos alimenticios de estos coleópteros, aunque también se pueden presentar dietas alternas dirigidas hacia la necrofagia o dietas saprófagas como el caso de los escarabajos pertenecientes a la subfamilia Ceratocanthinae (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982, Amat y Amat 2005). Además de presentar este particular hábito, los escarabajos coprófagos se caracterizan por el cuidado parental que presentan algunas especies, incluyendo la conformación de parejas bisexuales y la construcción de nidos (Amat & Amat 2005).



**Fig. 1** Modelo generalizado de la morfología externa de escarabajo coprófago. Vista inferior y vista superior.  
Tomado de: Vaz de Mello *et al.* 2011.

Amat y Amat 2005 y Celi y Dávalos 2001 caracterizan a los escarabajos coprófagos con:

- Forma del cuerpo redondo y abombado.
- Colores oscuros (algunas especies tienen colores claros y brillantes).
- Cuernos e hinchazones en la cabeza o en el tórax (los machos se distinguen por presentar cuernos en la región cefálica).
- Clípeo grande, permitiéndoles hacer huecos (parte delantera del aparato bucal que cubre las otras piezas bucales).
- Pigidio visible (cubierta dura en forma de triángulo que cubre el ano).
- Patas delanteras gruesas que les permiten hacer huecos y enterrar su comida.
- Antenas cortas en forma de un brazo doblado que termina en una “mano”. En unas antenas, la mano tiene los dedos libres; mientras que, en otras, están unidos dando la forma de una copa. Los dedos se los llama láminas o lamelas.



### **3.3.3. Relocalización del recurso**

De acuerdo con la relocalización del recurso propuesto por Doube (1990) los escarabajos se han clasificado en tres gremios; los telecópridos (rodadores) que forman una bola con el excremento y la trasladan rodando con sus patas traseras a una cierta distancia, los paracópridos (cavadores) estos hacen túneles a diferentes profundidades dependiendo de la especie por debajo del excremento y, los endocópridos (residentes) que construyen su nido dentro de este o en la interfase suelo-excremento. Esta forma de relocalizar el recurso, les ha permitido reducir la competencia por comida, espacio y a la vez proteger la comida de las condiciones del medio (Scheffler 2002).

## **3.4. Bosques de galería y primates**

### **3.4.1. Bosques de galería**

Los bosques de galería se caracterizan por la presencia de un pequeño cauce de pequeñas quebradas a lo largo y un dosel que varía entre 20 y 25 m de altura, compuestos por árboles densos y altos destinados a su conservación y explotación selectiva. Además, son el principal agente regulador del balance hídrico por su capacidad de retención, junto a los morichales.

En los bosques tropicales, el 60% - 95% de las especies de plantas con fruto dependen de los animales frugívoros para la dispersión de sus semillas (Wilson *et al.* 1989) los murciélagos y primates son dispersores de semillas que juegan un papel importante en la regeneración y dinámica de estos bosques (Andresen 2002). Este papel de dispersores amortigua las transformaciones de hábitat que se han generado, incrementándose en los últimos años en la zona debido a factores antrópicos. En la zona de estudio se han llevado a cabo trabajos de conservación de estos bosques, caracterizando cada fragmento de bosque, y la contabilidad de los primates inmersos en esta zona.



## METODOLOGÍA.

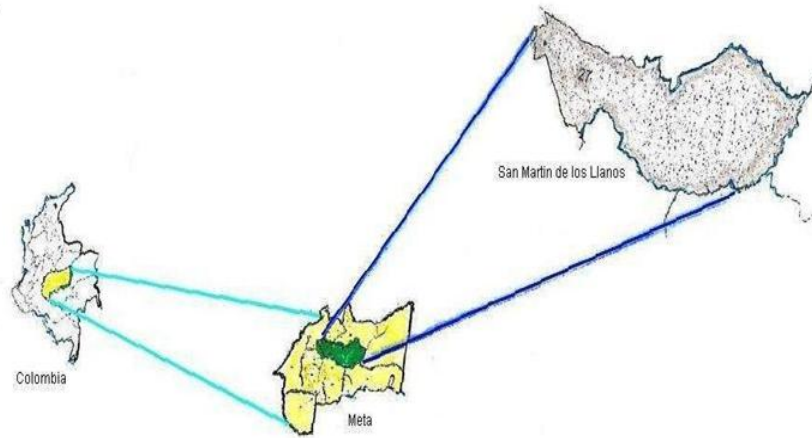
### 4.1. Zona de estudio

El Municipio de San Martín, se encuentra ubicado en el Centro Occidente del Departamento del Meta - Colombia, a 65 kilómetros de Villavicencio. Tiene una extensión de 6.656 km<sup>2</sup>, correspondiendo al 12.86% de la superficie total del Departamento (Fig. 2). Presenta una región caracterizada por sabanas planas en un 40% y sabanas onduladas en un 60%, con una altitud de 420 m s.n.m y una temperatura de 29°C con un régimen de precipitaciones monomodal. Presenta un periodo largo de lluvias (marzo a noviembre) y un periodo corto de sequía (diciembre a febrero), siendo mayo el mes más lluvioso y diciembre el de mayor sequía, de acuerdo al registro histórico de 10 años (SIGAM, 2009).

En relación con la flora, el municipio exhibe regiones naturales caracterizadas por su vegetación, los bosques de galería que se hallan a lo largo de las corrientes hídricas; se componen por árboles densos, y se puede encontrar especies como: laurel amarillo (*Aniba panurensis*), caracaro (*Enterolobium ciclocarpum*), flor morado (*Tabebuia rosea*), tablón (*Duguetia lepidota*), diomate (*Astronium graveolens*), chaparro (*Curatella americana*), platanillo (*Phenakospermum guyannense*). No se tiene un inventario de la fauna existente, solo se reconocen por sus nombre comunes (CORMACARENA, 2007).

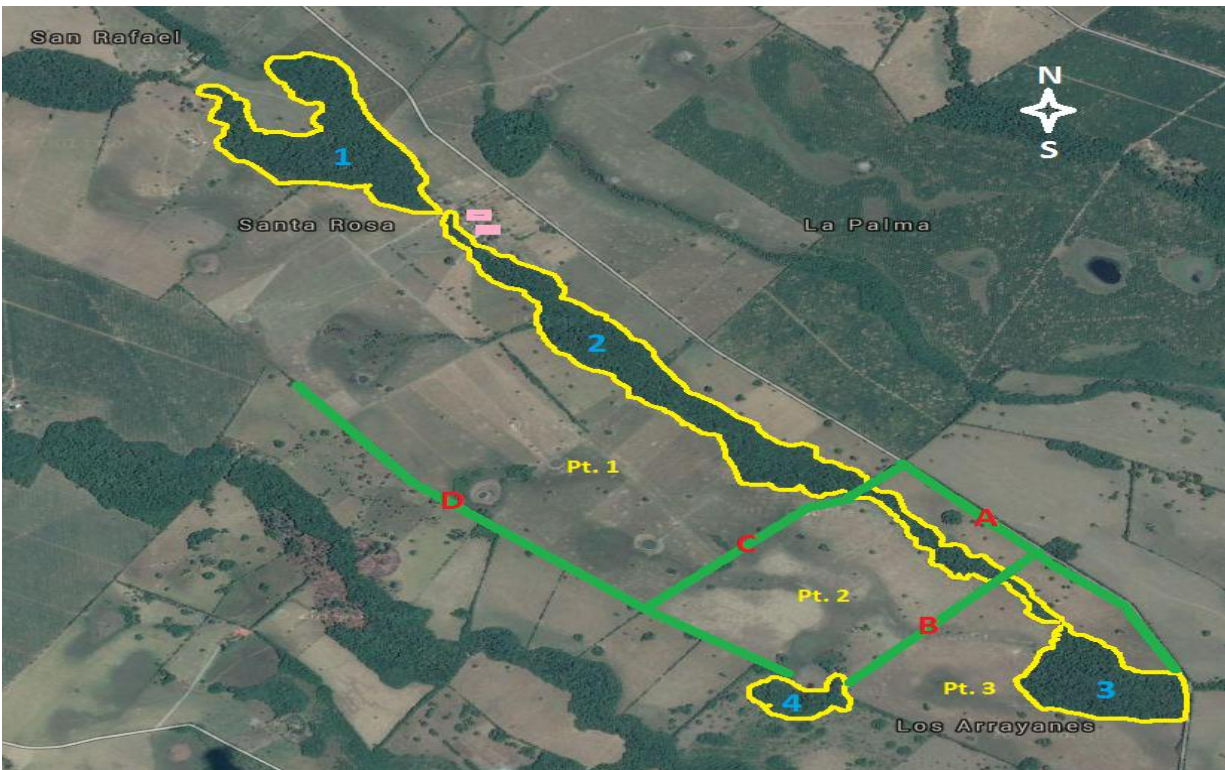
La superficie del municipio de San Martín comprende formaciones geológicas del terciario y del cuaternario donde los sedimentos son provenientes de la cordillera Oriental. En cuanto a su fisiografía y geomorfología se han encontrado diversas unidades que forman la base para el reconocimiento de los suelos, entre ellas tenemos los de planicie aluvial, las orillas, terrazas (altas y bajas), valles coluvio aluviales, vertientes de cordillera, abanicos de cordillera, abanicos de piedemonte y las altillanuras (SIGAM, 2009). El municipio se caracteriza por presentar cuatro regiones bien definidas en cuanto a uso y manejo de los suelos:

1. **Zona aluvial:** caracterizada por tener los suelos más fértiles de la región, en ella se encuentra la mayoría de los cultivos explotados a nivel comercial como también un porcentaje considerable de ganadería.
2. **Zona de terrazas:** caracterizada por suelos con pendientes generalmente menores del 3%, dedicadas casi exclusivamente a la ganadería extensiva.
3. **Zona del piedemonte de la cordillera oriental:** caracterizada por presentar los suelos de los abanicos subcrecientes y antiguos, con pendientes que van del 3% hasta mayores del 50%, dedicados la mayor parte a la agricultura.
4. **Zona de altillanura disectada:** localizada hacia la parte oriental del municipio con pendientes que van del 3 al 5% y erosión ligera a moderada, uno de los principales problemas en esta zona son las quemadas como prácticas culturales de los dueños de fincas quienes las utilizan como rebrotes para alimento de sus ganados. (SIGAM, 2009).



**Fig. 2. Localización General del Municipio.** Tomado de: [http://www.sanmartin-meta.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1861160](http://www.sanmartin-meta.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1861160)

El estudio se realizó en el municipio de San Martín, departamento del Meta (Colombia), en la finca Santa Rosa, en un mosaico de parches de bosques de galería y cercas vivas de áreas variables inmersos en una matriz de potreros y sabana (Fig. 3). En ésta área el estudio de las poblaciones de primates es muy detallado, por lo que se conoce con certeza las especies de individuos de cada fragmento (Carretero-Pinzón, 2008). (Tabla. 1). Varios de los fragmentos de bosque se encuentran interconectados por diferentes tipos de cercas vivas.



**Fig. 3. Área de estudio.** Los números indican fragmentos de bosque de galería; las letras hacen referencia a las cercas vivas y potreros. San Martín, Meta - Colombia. Autor 2016.



Utilizando la información proporcionada por la Dr. Xiomara Carretero, que ha realizado estudios en la finca Santa Rosa y con base en el reconocimiento realizado en la zona con el fin de determinar los fragmentos de bosque a trabajar, se seleccionaron cuatro fragmentos (Tabla. 2), A los fragmentos se nombró con los números (1, 2, 3 y 4), y a las cercas con letras mayúsculas (A, B, C y D).

<b>Especies primates</b>	<b>Frag 1</b>	<b>Frag2</b>	<b>Frag3</b>	<b>Frag4</b>
<i>Alouatta seniculus,</i>	x	x	x	x
<i>Saimiri sciureus albigena</i>		x	x	x
<i>Cebus apella,</i>	x	x	x	x
<i>Aotus brumbacki</i>	x	x	x	
<i>Callicebus ornatus</i>	x	x		

**Tabla. 1.** Especies de primates por fragmento de bosque. Finca Santa Rosa, San Martín, Meta – Colombia. 2016.

#### Caracterización de los fragmentos

<b>Fragmentos</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Forma</b>	<b>spp Primates</b>	<b>individuos</b>	<b>conexión con cercas</b>	<b>Intervención</b>	<b>observaciones</b>
1	1k	Herradura	4	28	si	Baja	Extracción de maderera no selectiva
2	2.5k	Algado delgado	5	78	si	Media	Sotobosque estratificado con entrada de ganado
3	0.5k	Bloque	4	-	si	Media	Bastante conservado, arboles viejos y grandes
4	0.2k	Frijol	3	-	si	Baja	Dormitorio primates

**Tabla 2** Caracterización de los fragmentos. Finca Santa Rosa, San Martín, Meta – Colombia. 2016

## 4.2. Fase de campo

La fase de campo se realizó en dos etapas: un reconocimiento preliminar y dos eventos de muestreo por época climática.

### 4.2.1. Fase preliminar.

Se realizó el reconocimiento a la zona con el fin de determinar los fragmentos de bosque a trabajar, utilizando la información proporcionada de Carretero-Pinzón (2008) teniendo en cuenta aspectos como: composición vegetal y facilidad de acceso. Se seleccionaron cuatro fragmentos de bosque, cuatro cercas vivas y tres parches de potrero.

### 4.2.2. Fase de colecta.

Se realizaron dos salidas de campo a la finca entre la tercera semana de enero (18 al 22) de 2016 y la tercera semana de abril (25 al 29) de 2016, periodos que corresponden a la época seca y de lluvia respectivamente.

### 4.2.3. Colecta de escarabajos.

Se ubicó un transecto con trampas de caída (pitfall). Donde se instalaron diez (10) trampas, por bosque y cerca viva separadas 50m entre sí (Larsen & Forsyth 2005). Las trampas permanecieron abiertas 48 horas y se preservaron los escarabajos con su respectiva etiqueta de colecta (Noriega 2009).



#### 4.2.4. *Trampas de caída*

Las trampas de caída (trampas pitfall) están compuestas por un vaso plástico de 1000 ml enterrado a ras de suelo con 500 ml de alcohol etílico al 70%. Las trampas se cebaron con 30 g de excremento humano, en una gasa a 10 cm del suelo (Fig. 4).



**Fig. 4.** Trampa de caída. Fragmento y potreros. Autor 2016



### 4.3. Fase de laboratorio.

Las muestras se llevaron al laboratorio de biología de la Universidad Pedagógica Nacional donde se limpiaron, contaron, montaron en alfiler e identificaron hasta especie utilizando las diferentes claves para este grupo: Medina & Lopera-Toro (2000), Cultid *et al.* 2012, Vaz de Mello *et al.* 2011, Howden & Young (1981), Vítolo (2000), Kohlmann & Solís (1997), Sarmiento & Amat (2009) y la comparación con material ya identificado, se corrobora la identificación con la colección de referencia de Jorge Ari Noriega. Posteriormente se etiquetaron con los datos de campo para ser depositadas en las colecciones de la UPN y E-ANDES.



Fig. 5 Trabajo de laboratorio, limpieza, identificación y montaje. Autor. 2016

### 4.4. Fase de análisis.

Utilizando el software PAST, EstimateS y BioDiversity Pro, se evaluó la diversidad beta, en términos de la similitud y equitatividad entre fragmentos y cercas vivas, utilizando los índices de Shannon-Wiener, Simpson y equitatividad de Pielou. Seguido a esto se realizó un estimado del número esperado de especies mediante curvas de acumulación a través de los índices de Chao1, ACE y BOOTSTRAP lo que permitió valorar la representatividad del muestreo, y para determinar la variación espacial y temporal de la estructura de los insectos se realizó un nMDS usando el índice de similaridad de Bray-Curtis.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Curvas de acumulación

Se hicieron curvas de acumulación de especies para cada habitat (fragmentos y cercas vivas) de cada época climática utilizando el programa EstimateS v. 9.1 (Colwell, 2013), Las curvas de acumulación de especies sugirieron que el muestreo fue eficiente para las dos épocas, con un rango que osciló entre 94.67 y 94.87 %, y las curvas de *singletons* y *doubletons* se cruzaron y disminuyeron. (fig. 6). Por zona estudiada, el fragmento 2 fue el único que en ambas temporadas obtuvo un rango de 58.1 y 69.3%, probablemente por su tamaño (2.5 km), en el cual el número de trampas probablemente no fue suficiente (Anexo 2).

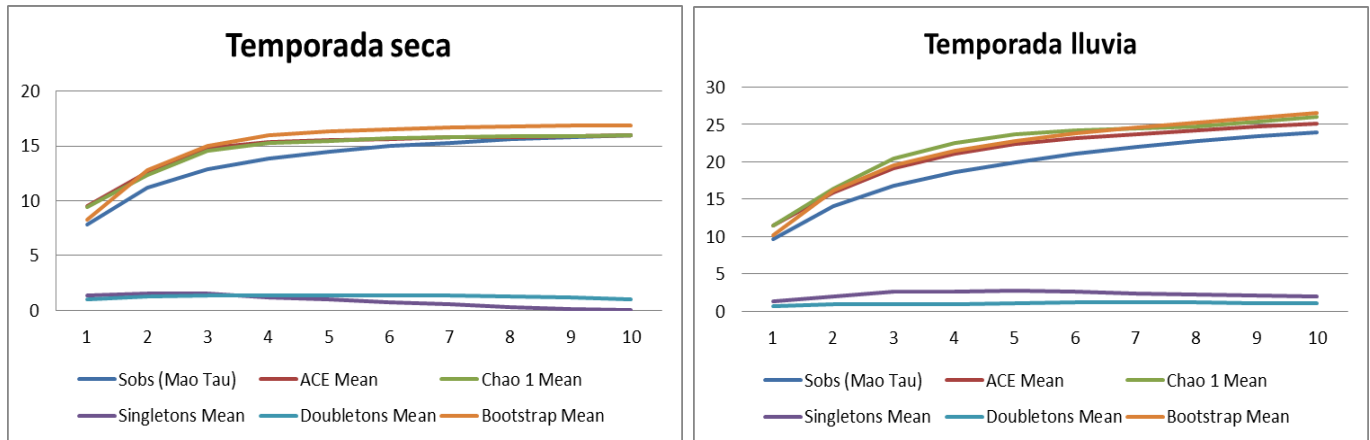


Fig. 6. Curvas de acumulación, temporada seca del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril. San Martín, Meta – Colombia. 2016

### 5.1. Estructura del ensamblaje

En total se colectaron 4.182 escarabajos pertenecientes a 25 especies, 11 géneros y 6 tribus (Tabla 2). En los fragmentos se colectaron 2262 individuos pertenecientes a 18 especies y 11 géneros, en las cercas vivas se colectaron 1847 individuos pertenecientes a 18 especies y 11 géneros, y en potreros se colectaron 73 individuos pertenecientes a 5 especies y 4 géneros. Los géneros con mayor número de especies fueron *Deltochilum* y *Canthon* con cuatro especies cada uno, seguidos por *Onthophagus* y *Dichotomius*, con tres especies cada uno; el resto de géneros presentó una o dos especies (Tabla 4) y se obtuvo la estructura típica de los tres gremios de relocalización, de hábitos paracópridos, telecópridos y endocópridos (Halffter y Matthews 1966).

### 5.2. Dinámica estacional del ensamblaje

El mayor número de individuos se obtuvo en la época de lluvia, con 3.172, individuos representado en 24 especies, mientras que en la época seca solo se registraron 1.010 individuos, representados en 16 especies. La especie más abundante para los dos muestreos fue *Onthophagus buculus* con 920 individuos (22%), seguida por *Dichotomius belus* con

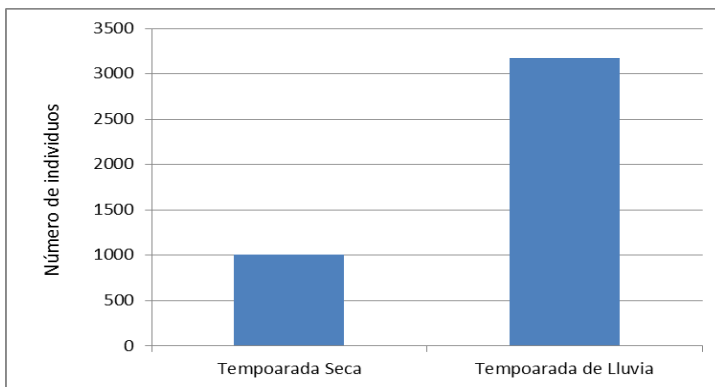


820 individuos (19,6%), *Dichotomius mamillatus* con 651 individuos (15,5%) y *Ontherus aphodioides* con 462 individuos (11,5%) (Fig. 8 - Tabla 4).

En cuanto a la especificidad por temporada (lluvias y sequía), se encontró que 16 de las 25 especies probablemente eran generalistas, pues se presentaron en las dos épocas: *Dichotomius mamillatus*, *D. nisus*, *Canthidium euchalceum*, *Ontherus aphodioides*, *Ateuchus* sp., *Onthophagus haematopus*, *O. buculus*, *Eurysternus caribaeus*, *E. foedus*, *Oxysternon conspicillatum*, *Deltochilum orbigny*, *D. cf. pseudoparile*, *Canthon aequinoctialis*, *C. cyanellus*, *C. luteicollis*, *C. juvenis*. Mientras que las 9 especies restantes: *Canthidium funebre*, *Dichotomius belus*, *Ontherus pubens*, *Onthophagus* aff. *hirculus*, *Phanaeus cambeforti*, *Phanaeus haroldi*, *Coprophanaeus telamon*, *Deltochilum orbiculare*, *Deltochilum* sp. solo se registraron en la época de lluvia.

Las 9 especies exclusivas en la temporada de lluvia podrían sugerir una relación entre la precipitación y la abundancia, mostrando un marcado recambio de especies entre temporadas (seca y de lluvias). Según Klein (1989), hay otros factores que pueden estar influyendo para que se evidencie un recambio de especies, como la temperatura y la humedad, afectando el desarrollo de los organismos, y su supervivencia. Esto lo sustenta Gill (1991), Halffter (1991), Escobar (1997) y Bustos (2000) donde la reducción de la riqueza y la abundancia de las especies con respecto a temporada, puede explicarse por el aumento en la mortalidad larvaria de los escarabajos en épocas secas debida principalmente a la pérdida de humedad en el suelo y a la compactación del mismo.

Tendencias similares se encontraron en otros trabajos realizados en selvas tropicales de Costa Rica (Janzen 1983), en donde la aparición de ciertas especies de los géneros *Dichotomius* y *Phanaeus* coinciden con el comienzo de las lluvias y desaparecen en su totalidad a principios de la estación seca.



**Fig. 7.** Variación de la abundancia de escarabajos coprófagos durante las dos épocas de muestreo (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia.

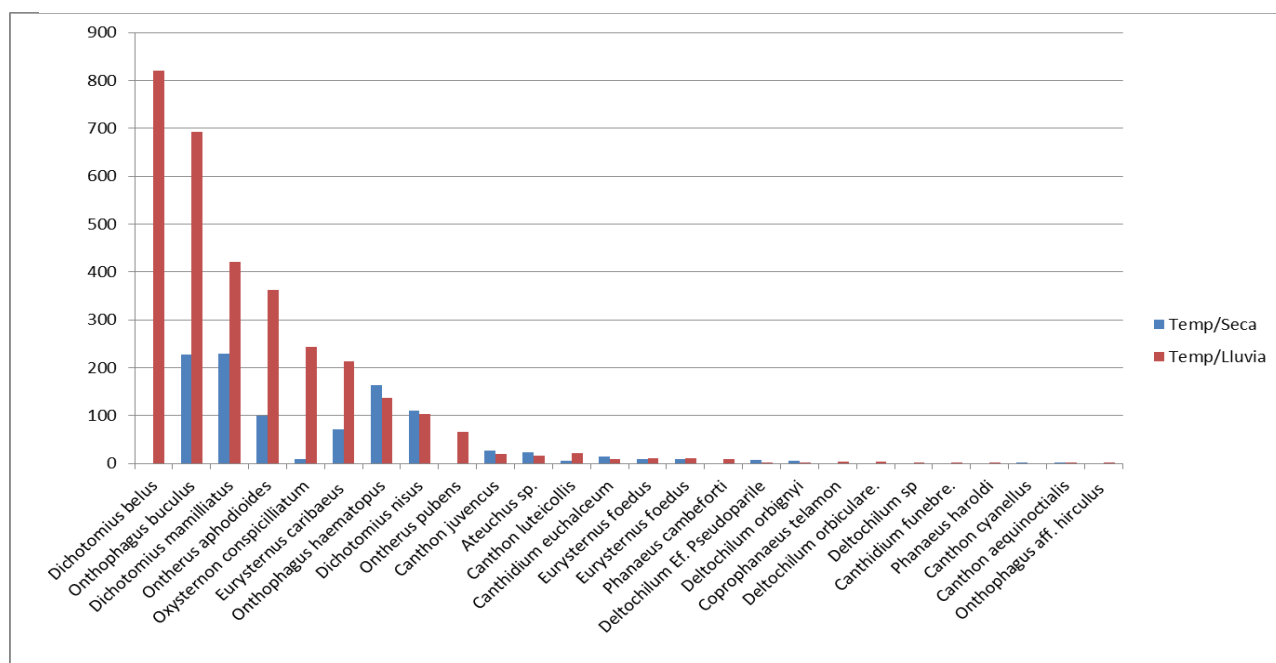
En temporada seca (del 18 al 22 de enero), se registraron un total de 1.010 individuos, los cuales se representan con 16 especies y 9 géneros. (Anexo. 5). En el fragmento 4, se registró la mayor riqueza de especies con 15 en total de las 16 presentes en todo el muestreo. Las especies de mayor distribución para esta temporada fueron *Ontherus aphodioides*, *Onthophagus buculus* y *Eurysternus caribaeus* encontrándolas en todos los fragmentos y cercas vivas, en cantidades de individuos que difieren notablemente. Los



géneros con mayor abundancia en este primer muestreo fueron *Onthophagus* con 391 individuos y *Dichotomius* con 341 individuos.

En la temporada de lluvias (del 25 al 29 abril), se registraron 3.172 individuos, 24 especies y 11 géneros, haciendo una notable diferencia respecto a la temporada seca (Fig. 7- Anexo. 6). Las especies de mayor distribución en esta temporada fueron *Dichotomius belus*, *Onthophagus buculus* y *Eurysternus caribaeus* encontrándolas en todos los fragmentos y cercas vivas. La especie *Ontherus pubens* se presentó por primera vez en esta temporada, encontrándose en todos los fragmentos y cercas vivas con excepción de la cerca D. Los géneros con mayor abundancia en este segundo muestreo fueron *Dichotomius* con 1.344 individuos y *Onthophagus* con 831 individuos (Fig. 8 - Tabla 4).

**Fig. 8.** Abundancia por especie. (Sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia. 2016.



### 5.3. Fragmentos y cercas vivas.

En las dos temporadas se observó una gran diferencia en la distribución de las especies, y una notable diferencia en el número de individuos.

La especie *Ontherus aphodioides*, pasa de estar en fragmentos y cercas vivas en temporada seca a encontrarse en temporada de lluvias solo en las cercas vivas (A, B, C y D), sin encontrarse en ninguno de los fragmentos, además es considerable el incremento de esta especie en las cercas vivas en esta última temporada pues su aumento pasa de 9,9 % de abundancia relativa a un 11,4%. De igual manera sucede con *Dichotomius nisus*, que pasa de los fragmentos 2 y 4 en temporada seca a encontrarse solo en las cercas vivas, con una menor abundancia relativa de 3,2% y en menor número en los potreros (P1= 3, P2= 1 y P3= 3), en temporada de lluvia.



Otro ejemplo de esta distribución de especies sucede con *Canthon juvenicus*, que solo lo se encontro en el fragmento 4 y las cercas vivas B, C y D; lo mismo pasa con *Deltochilum orbigny*, entre los fragmentos 2, 3, 4 y las cercas vivas B y C, y *Deltochilum* cf. *pseudoparile* especie que encontramos en los fragmentos 1, 3 y 4, estas tres especies no mantienen un alto número de individuos (Tabla 4)

El género *Dichotomius* presenta una distribución en fragmentos, cercas vivas, y potreros en temporada de lluvia con la especie *D. belus*, siendo esta especie exclusiva para esta temporada, la especie *D. mamilliatius*, es la de mayor presencia en términos de abundancia en la mayoría de zonas de muestreo; esto es visible en los fragmentos 1, 2, 3 y 4 y cerca viva A en temporada seca, esta misma especie amplía su distribución en época de lluvia en las cercas B y C. En términos ecológicos, este género se ha calificado como generalista ocupando bordes de bosque, con una alta capacidad de penetrar y salir del mismo (Amat *et al.* 1997), ampliando su área de distribución desde fuera hacia el interior del bosque (Amézquita *et al.* 1999, Estrada y Coates-Estrada 2002) probablemente es por esto que se encontró en las dos colectas, siendo las especies de este género las de mayor abundancia en el muestreo junto con las del genero *Onthophagus* (Fig. 8).

En cuanto al género *Onthophagus*, se distribuye en las ocho zonas (fragmentos y cercas vivas), siendo en la temporada de lluvia la de mayor número de individuos con una abundancia relativa del 26,2%. Mientras *O. haematopus* se distribuye en fragmentos y cercas vivas excepto en el fragmento 1. Las especies de este género son indicadores de bosques poco alterados (Morón 2003). Además son esencialmente coprófagos, explotando sobre todo las heces de grandes mamíferos herbívoros, su distribución muy posiblemente se ha extendido con la deforestación (Kohlmann y Solís 2001). Los individuos de este género se colectaron en todos los fragmentos y cercas muestreados.

Los géneros *Dichotomius* y *Onthophagus* se registraron en las dos épocas, con una alta presencia, (*Dichotomius*: 1.684, 40.2%, y *Onthophagus*: 1.222, 29.2%), lo que puede indicar una condición de géneros generalistas, y probablemente recurran a estrategias que les permiten aprovechar los recursos existentes en cada temporada y en cada zona muestreada.

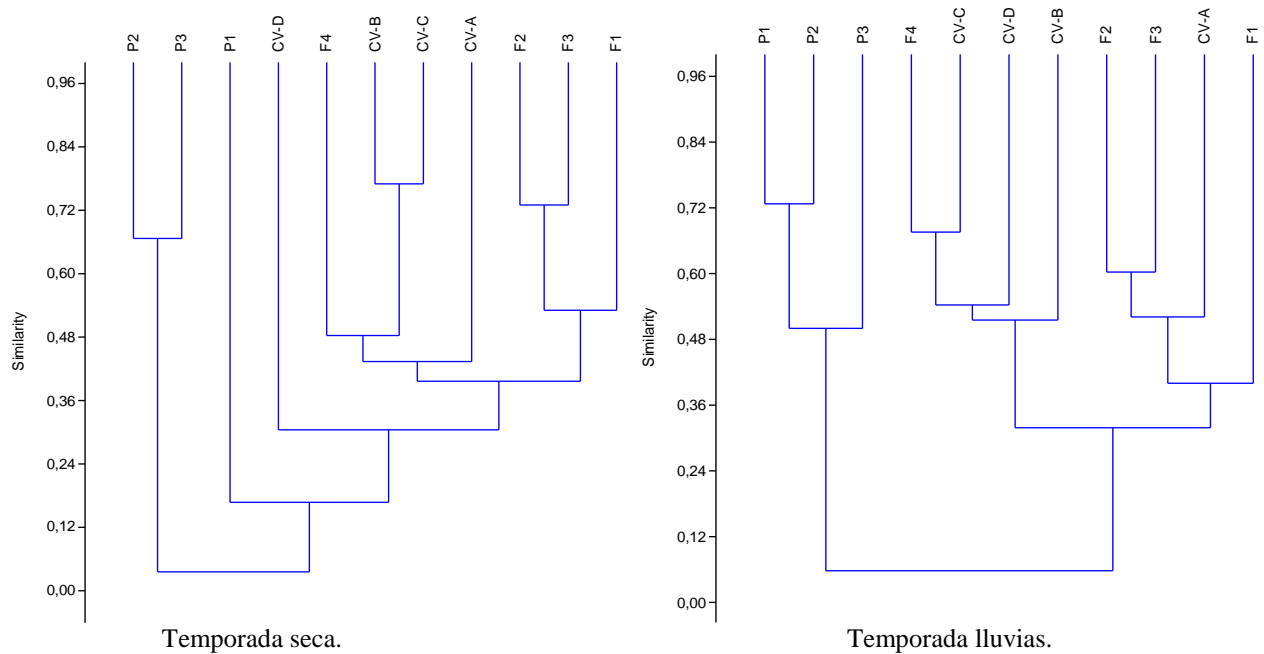
## 5.2. Similitud.

Ambas temporadas tienen en común 15 especies dispersas en los fragmentos y cercas, es el 60% de las especies encontradas. Para la temporada seca, la similitud más alta fue de 78% en las cercas vivas B y C, compartiendo afinidad con 10 especies, seguida por los fragmentos 2 y 3 con una similaridad del 73% (Fig. 3). Para la temporada de lluvia la mayor similitud se encontró en los potreros, P1 y P2 con una similitud, del 73%, compartiendo las especies *Dichotomius nisus*, *D. belus*, y *Ontherus aphodioides*. Otra similitud del 69% se encuentra en el fragmento 4 y la cerca viva C, compartiendo 5 especies, *D. mamilliatius*, *D. belus*, *Eurysternus foedus*, *Onthophagus buculus* y *Canthon luteicollis*, donde el género *Dichotomius* predomina con un alto número de individuos (Fig. 7).

La especie *Deltochilum orbiculare* fue exclusiva para el fragmento 3, y otras dos especies fueron exclusivas de las cercas vivas D y A, *Phanaeus haroldi* y *Deltochilum* sp.,



respectivamente, siendo *P. haroldi* una especie común en bosques alterados (Amézquita 1999). La captura de *Coproghanaeus telamon*, especie cavadora grande y de hábito carroñero, durante la temporada de lluvia en los fragmentos 2 y 3, pudo deberse a una respuesta facultativa de los individuos de la especie a tomar recursos que suplan temporalmente la ausencia de su fuente principal (Medina y Camero-Rubio 2006).



**Fig. 9.** Dendrograma, Cluster por temporada, con base en los índices de similaridad de Bray Curtis. Los fragmentos. F1, F2, F3, F4, cerca viva. CV-A, CV-B, CV-C, CV-D, y potreros. P1, P2, P3. (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia. 2016

### 5.1. Riqueza.

Se encontró un total de 25 especies, las cuales representan el 23.8% de las registradas para el país en la Orinoquia para el país, de acuerdo a lo comparado con Medina et al. (2001). Los valores de riqueza de especies encontrados para la finca Santa Rosa son bajos si los comparamos con otro trabajo realizado por Amézquita (1999), que registro 32 especies en la hacienda el Naranjal en el Meta, y alta con respecto al trabajo de Noriega 2007b que registro 22 especies.

La riqueza por estacionalidad, se presentó en la temporada de lluvia (Margalef= 2.85), ya que se colectaron 9 especies diferentes a la temporada seca, y siendo los fragmentos los de mayor riqueza, frente a las cercas vivas y potreros (Fig. 10 y 11). En cuanto a la riqueza por zona muestreada la mayor riqueza la presentó el fragmento 4 con 18 especies, seguido por el fragmentos 3 con 16 especies, luego la cerca viva B con 15 especies, el fragmentos 2 con 14 especies, las cerca viva D con 12 especies y por último el fragmento 1 y la cerca viva A con 11 especies cada uno. (Tabla. 3).



**Tabla. 3.** Riqueza (Margalef), Dominancia (Simpson), diversidad (Shannon) y equidad (Pielou) en cada zona de muestreo en las dos temporadas (lluvia y seca). Finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia. 2016

	F1	F2	F3	F4	CVA	CVB	CVC	CVD	P1	P2	P3
Especies	11	14	16	18	11	15	13	12	4	5	3
Dominance_D	0,305	0,2343	0,28	0,1752	0,1921	0,2431	0,1939	0,2781	0,3267	0,2544	0,4022
Shannon_H	1,448	1,69	1,678	2,118	1,879	1,758	1,913	1,689	1,237	1,458	0,9831
Margalef	1,673	1,991	2,535	2,842	1,556	2,264	1,912	1,707	0,882	1,559	0,588
Equitatividad_J	0,604	0,6404	0,6051	0,7327	0,7836	0,6493	0,7457	0,6796	0,8923	0,9061	0,8949

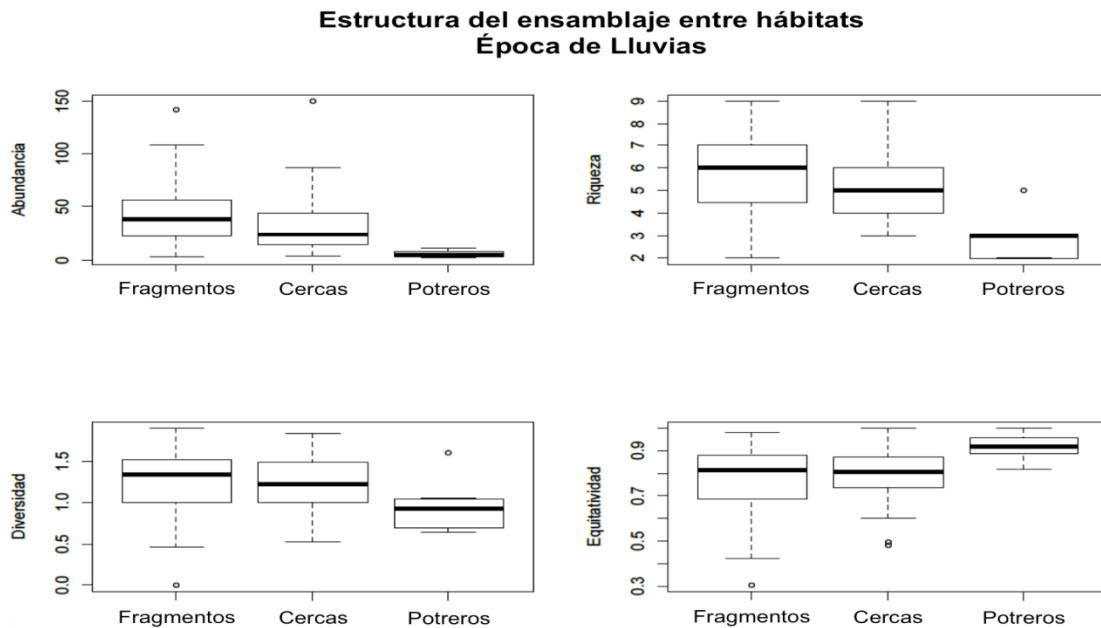
**Tabla. 4.** Listado de las especies de escarabajos coprofagos y número de individuos colectados en cada temporada de muestreo (seca y lluvias). Finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia. 2016.

TRIBU						
ESPECIE						
Número de individuos						
	Temp/Seca	Temp/Lluvia	Total x especie	%	Habito	
<b>COPRINI</b>						
<i>Dichotomius mamillatus</i> (Felsche, 1910)	230	421	651	15,57	Cavador	
<i>Dichotomius nisus</i> (Oliver, 1789)	110	103	213	5,09	Cavador	
<i>Dichotomius belus</i> (Harold, 1880)	0	820	820	19,61	Cavador	
<i>Canthidium euchalceum</i> (Balthasar, 1939)	14	9	23	0,55	Cavador	
<i>Canthidium funebre</i> (Balthasar, 1939)	0	3	3	0,07	Cavador	
<i>Ontherus aphodioides</i> (Burmeister, 1874)	100	362	462	11,05	Cavador	
<i>Ontherus pubens</i> (Génier, 1996)	0	67	67	1,60	Cavador	
<b>ATEUCHINI</b>						
<i>Ateuchus</i> sp.	23	17	40	0,96	Cavador	
<b>ONTHOPHAGINI</b>						
<i>Onthophagus haematopus</i> (Harold, 1875)	164	137	301	7,20	Cavador	
<i>Onthophagus buculus</i> (Mannerheim, 1829)	227	693	920	22,00	Cavador	
<i>Onthophagus</i> aff. <i>Hirculus</i> (Mannerheim, 1829)	0	1	1	0,02	Cavador	
<b>ONITICELLINI</b>						
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	72	213	285	6,81	Residente	
<i>Eurysternus foedus</i> (Guérin-Méneville, 1830)	10	12	22	0,53	Residente	
<b>PHANAEINI</b>						
<i>Phanaeus cambeforti</i> (Arnaud, 1982)	0	9	9	0,22	Cavador	
<i>Phanaeus haroldii</i> (Kirsch, 1871)	0	3	3	0,07	Cavador	
<i>Oxystemon conspicillatum</i> (Weber, 1801)	9	244	253	6,05	Cavador	
<i>Coprophanaeus telamon</i> (Erichson, 1847)	0	4	4	0,10	Cavador	
<b>DELTOCHILINI</b>						
<i>Deltochilum orbigny</i> (Blanchard, 1843)	6	3	9	0,22	Rodador	
<i>Deltochilum</i> cf. <i>pseudoparile</i> (Paulian, 1938)	7	1	8	0,19	Rodador	
<i>Deltochilum orbiculare</i> (Lansberge, 1874)	0	4	4	0,10	Rodador	
<i>Deltochilum</i> sp.	0	3	3	0,07	Rodador	
<i>Canthon aequinoctialis</i> (Harold, 1868)	2	2	4	0,10	Rodador	
<i>Canthon cyanellus</i> (Harold, 1863)	3	0	3	0,07	Rodador	
<i>Canthon luteicollis</i> (Erichson, 1847)	6	21	27	0,65	Rodador	
<i>Canthon juvenicus</i> (Harold, 1868)	27	20	47	1,12	Rodador	
<b>No. Individuos.</b>	1010	3172	4182	100,00		



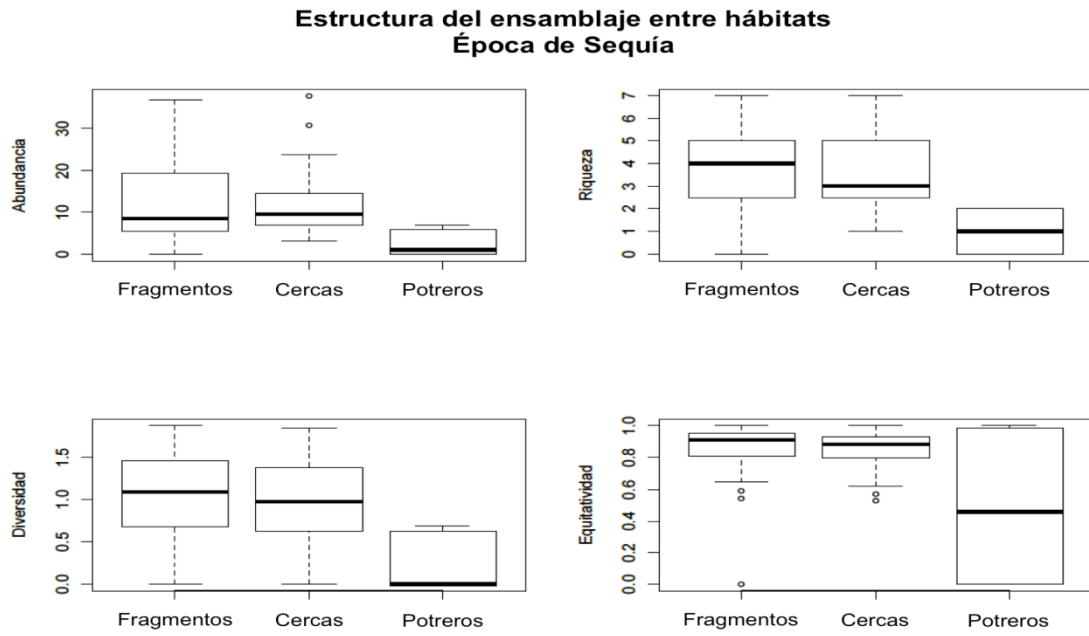
### 5.3. Diversidad, Dominancia y Equitatividad.

La mayor diversidad se presentó en el período de lluvias ( $H' = 2.105$ ) y la dominancia fue similar en las dos temporadas (lluvia  $D = 0.159$  y seca,  $D = 0.157$ ). En cuanto a la diversidad por zona muestreada, la mayor diversidad la presentó el fragmento 4 ( $H' = 2.118$ ), seguido de la cerca viva A ( $H' = 1.879$ ). La mayor dominancia se presentó en el fragmento 1 ( $D = 0.305$ ). Las mayores diversidades se encontraron en los fragmentos y cercas, mientras la menor diversidad se encontró en los potreros, con respecto a las abundancias los fragmentos tienen una mayor abundancia, comparados a las cercas y a los potreros. La equitatividad de Pielou, en la temporada de sequía es mayor ( $J = 0.75$ ) a la temporada de lluvia ( $J = 0.66$ ) (Fig. 12). En cuanto a la equitatividad por zona muestreada en los fragmentos el valor más alto se presenta en el fragmento 4 ( $J = 0.73$ ), y en la cerca viva A ( $J = 0.783$ ) (Anexo. 2).

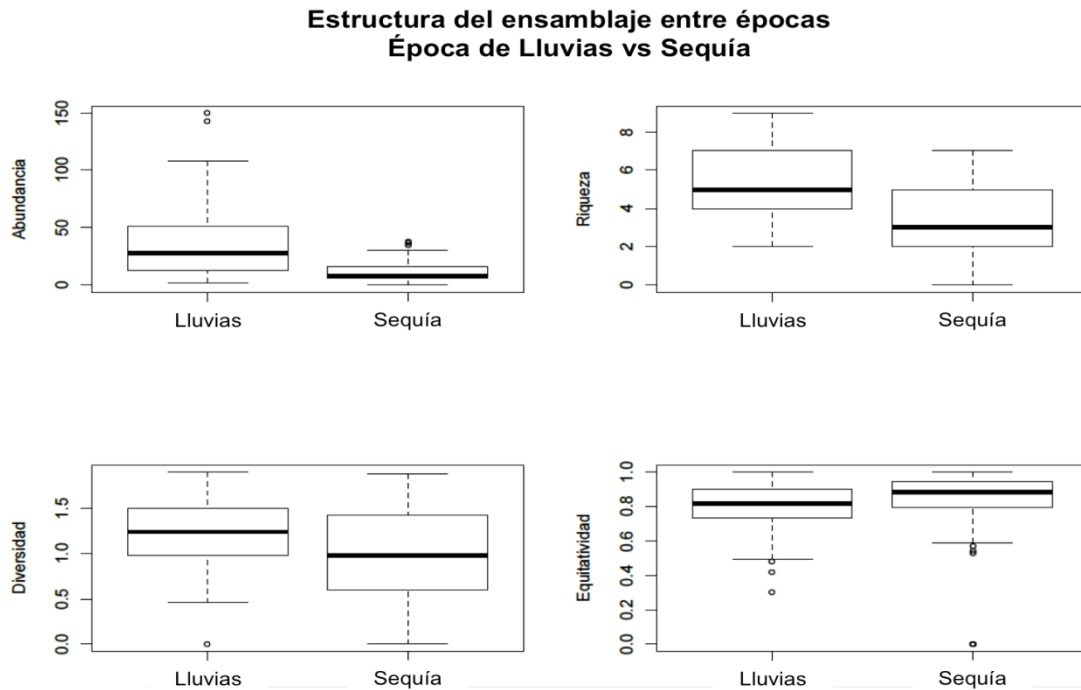


**Fig. 10.** Estructura del ensamblaje entre hábitats: época de lluvias (del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia. 2016

Cuando se examinan los resultados por cada uno de los hábitats, se presentan diferencias significativas. Entre las zonas de muestreo y temporadas hay un aumento en la riqueza, en fragmentos y cercas vivas y en potreros se mantiene igual (Fig. 10 y 11). Estos resultados sugieren que en cada fragmento de bosque, cerca viva y potreros las especies se comportan de manera distinta en los dos períodos.



**Fig. 11** Estructura del ensamblaje entre hábitats: época de sequía (del 18 al 22 de enero). San Martín, Meta – Colombia.



**Fig. 12** Estructura del ensamblaje entre épocas de lluvia vs sequía (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia. 2016.

La mayor riqueza y abundancia se presentó en la temporada de lluvia y siendo los fragmentos los de mayor riqueza y abundancia, frente a las cercas vivas y potreros.



Igualmente sucede con la diversidad presentándose un mayor valor en el período de lluvias ( $H' = 2.105$ ). Las especies de mayor abundancia en esta temporada de lluvias fueron *Dichotomius belus*, *Onthophagus buculus* y *Ontherus aphodioides*.

En cuanto a la equitatividad, en la temporada de sequía es mayor que en la temporada de lluvia siendo más equitativos los potreros (fig. 12).

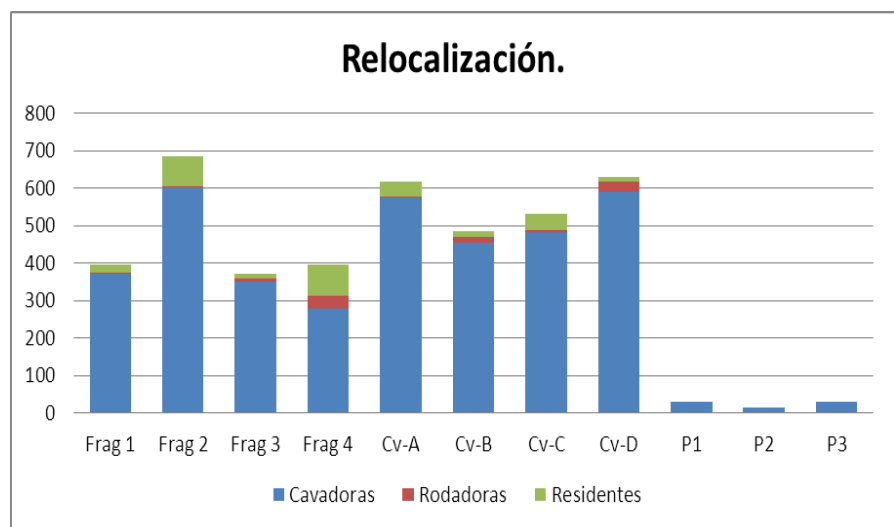
Adicionalmente, se evidencia que los fragmentos son las áreas con mayor riqueza y abundancia concentrando el mayor número de especies e individuos por lo que son zonas muy sensibles en términos de conservación. Sin embargo, es muy interesante el patrón que evidencian las cercas vivas demostrando que son fuertemente utilizadas no solo en número de especies sino en número de individuos por el ensamblaje, lo cual estaría insinuando su importante papel como corredores biológicos que conectan los diferentes fragmentos en la matriz. Es por ello que deben ser tenidas en cuenta en términos de estrategias de conservación, aumentando su número y asegurando que los fragmentos se interconectan a través de ellas.

#### 5.4. Relocalización.

De las especies colectadas, quince son cavadoras, ocho son rodadores y dos son residentes (Tabla. 5), evidenciándose diferencias significativas en las distribuciones de estos valores entre los sitios muestreados.

La ausencia de especies residentes puede explicarse, debido a la dominancia de especies cavadoras y rodadoras las cuales son fuertes competidoras especialmente en sitios donde los recursos son escasos y donde las oportunidades para anidar y establecerse son bajas (Hanski y Cambefort 1991 y Howden et al, 1991), pero se evidencia para la temporada de lluvias una mayor abundancia que las especies rodadoras (Fig. 13).

**Fig. 13.** Relocalización por zona de muestreo en las dos temporadas (sequía del 18 al 22 de enero y temporada lluvias del 25 al 29 abril). San Martín, Meta – Colombia. 2016





## CONCLUSIONES

En cada una de las zonas muestreadas la especie que domina el ensamblaje es diferente, no solo dependiendo de la temporada (seca o lluvia) sino del habitat muestreado (fragmentos de bosque, cercas vivas o potreros), lo cual evidencia que pocas especies son en realidad dominantes, lo cual podría explicarse por una fuerte competencia, por una repartición espacio-temporal del ensamblaje y por una dinámica muy particular del recurso trófico, donde las especies con abundancias muy bajas posiblemente estén usando fuentes alternativas de alimentación.

Para todos los sitios de muestreo los valores de la riqueza son diferentes y presentándose un aumento de especies entre los períodos de lluvia.

En términos generales para el período de lluvias y sequía en los fragmentos, no se presentaron diferencias en cuanto a la riqueza, ya que se colectó la misma cantidad de especies (16, dos más para el período de lluvias, 18). Se presentan diferencias a nivel cualitativo (composición de especies) igual para esta temporada se obtuvo la mayor abundancia y la mayor dominancia.

En el período lluvioso las especies *Dichotomius nisus*, *Ateuchus* sp. y *Canthon juvenicus*, pasan de estar en los fragmentos, a encontrarse solo en las cercas vivas y potreros, disminuyendo su abundancia en estos sitios.

La riqueza y la abundancia de los escarabajos coprófagos está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas, la precipitación, y de manera muy especial como registramos en este trabajo al tamaño y tipo de cobertura vegetal y las variables abióticas asociadas a ella (temperatura, humedad, tipo de suelo), ya que en cada uno la oferta alimenticia, las restricciones fisiológicas, la protección que ofrecen los fragmentos, las cercas vivas y las zonas abiertas como los potreros cambian drásticamente. Estos valores de riqueza y abundancia en los fragmentos y cercas vivas, nos señalan que pueden ser áreas apropiadas para impulsar programas de conservación. Adicionalmente, se evidenció una marcada dinámica estacional, donde el ensamble de escarabajos coprófagos responde a los cambios en la pluviosidad de la zona de muestreo, puesto que se registró un aumento drástico en la abundancia en la temporada de lluvias, condición que es registrada en otros estudios.

De acuerdo con los resultados, las cercas vivas estudiadas tienen una alta representatividad de la fauna y recambio de especies de escarabajos coprófagos, lo que nos permite pensar que estas cercas vivas hacen posible la dispersión de las especies de escarabajos entre los fragmentos. Sin embargo, es necesario continuar con este tipo de investigaciones y profundizar en el entendimiento del grado de interrelación espacial y temporal entre estos dos elementos faunísticos.

En la temporada de sequía el mayor número de especies es de hábito cavador, probablemente por las condiciones de suelo ya que estas especies están más acondicionadas



físicamente para suelos duros. Para la temporada de lluvias crece notablemente las especies rodadoras y las residentes. Es probable que los patrones de relocalización y la estacionalidad puedan funcionar como mecanismo que reduce la competencia.

La captura de *Coprophanaeus telamon*, especie de hábito carroñero, pudo darse por la presencia de carne en las heces humanas que se usaron como cebo, por lo que se propone que sería interesante ampliar los muestreos con el uso de otros cebos y la implementación de trampas adicionales que ayudarían a completar a fondo el inventario de la región. Algunas otras especies como *Onthopagus buculus* estarían señalando la existencia de áreas semialteradas sirviendo como especies indicadoras del estado de conservación de los fragmentos y cercas.

Es probable que la intervención antrópica genere cambios en la textura del suelo impidiendo los procesos de nidificación, dadas las condiciones de temperatura que allí se presentan, como una alta radiación solar, esto se pudo evidenciar en la riqueza y abundancia de los escarabajos en los potreros, ya que la riqueza disminuye en la medida en que aumenta el nivel de intervención. Igualmente, cabe señalar la fragilidad del ecosistema al ser sometido a una presión antrópica fuerte de deforestación que genera fragmentación y pérdida de biodiversidad.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con este tipo de estudios en la zona, y especialmente profundizar en el análisis de la movilidad de las especies con estudios de captura-recaptura, con el fin de estudiar los patrones de dispersión de las diferentes especies y grupos funcionales y entender como la presencia de los primates está influyendo en la dinámica espacial. Igualmente, el estudio del grado de intervención antrópica sobre los ensamblajes de escarabajos en este tipo de cobertura es fundamental para su conservación a mediano y largo plazo.

Se recomienda para un próximo estudio, dividir en dos partes el fragmento número 2, ya que por su tamaño si ampliamos la cantidad de tramas tendríamos saturada la información con una mayor cantidad de individuos.

Igualmente, sería interesante la realización de claves de las especies de escarabajos para la zona, que sean mucho más fáciles de entender, más asequibles y eficientes con miras de entusiasmar a las nuevas generaciones de estudiantes interesados en los escarabajos coprófagos.

A partir de los resultados encontrados, se pueden generar estrategias de conservación local que dinamicen la presencia y uso de las cercas vivas en la región, suscitando un valor adicional a la implementación e investigación de estas unidades del paisaje como alternativa para la conservación de la fauna en ambientes con presiones continuas como es el caso de los bosques de galería en la región.



## BIBLIOGRAFÍA.

- Amat G., Lopera A. & Amézquita S.J. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 191-204.
- Amat García, Gasca H & E. Amat García. 2005. Guía para la cría de escarabajos. Fundación Natura, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Banco de ideas impresores. 80 pp.
- Amézquita S.J. & Favila M.E. 2010. Removal of native and exotic dung by dung beetles in tropical forest fragments. *Environmental Entomology* 39: 328-336.
- Amézquita S.J. & Favila M.E. 2011. Carrion removal and diel activity of necrophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rain forest. *Environmental Entomology* 40(2): 239-246.
- Amézquita S.J., Forsyth A, Lopera A. & Camacho A. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquía colombiana. *Acta Zoologica Mexicana* 76: 113-126.
- Andresen, E. & S. Laurance. 2007. Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama. *Biotropica*. 39(1): 141-146.
- Andresen, E. & F. Feer. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforest. pp. 331-349. En: Forget, P., J. Lambert, P. Hulme y S. Vander. (Eds). *Seed fate predation, dispersal and seedling establishment*. CABI, Oxon, UK.
- Andresen E. & Levey D.J. 2004. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation and seedling establishment of a rain forest trees. *Oecologia* 139: 45-54.
- Andresen E. 2003. Effect of forest fragmentation and dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- Andresen E. 2002. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the affect of defecation patterns on the fate of dispersal seeds. *Biotropica* 34 (2): 261-272.
- Arellano L. & Halffter G. 2003. Gamma diversity: derived from and determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 90: 27-76.
- Arias-Buriticá, J.A. 2008. Estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en tres paisaje fragmentados en Arcabuco (Boyacá). [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja. 82pp.
- Asencio N., Rodriguez V., Dunn J. & Azkarate J. 2009. Conservation value of landscape supplementation for howler monkeys living in forest patches. *Biotropica* 41(6): 768-773.
- Avendaño-Mendoza, C., A. Morón-Ríos, E. Cano y J. León-Cortés. 2005. Dung beetle community (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a tropical landscape at the Lachua Region, Guatemala. *Biodiversity and Conservation*. 14: 801-822, 2005.
- Bang H.S., Lee J.H., Kwon O.S., Na Y.E., Jang Y.S. & Kim W.H. 2005. Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology* 29, 165-171.



- Barlow J., Gardner T.A., Araujo I.S., Avila-Pires T.C.S., Bonaldo A.B. & Costa J.E. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (47): 18555-18560.
- Barlow J., Louzada J. Parry L., Hernandez M., Hawes J., Peres C., Vaz de Mello F. & Gardner T. 2010. Improving the design and management of forest strips in human-induced tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 47: 779-788.
- Basset Y., Novotny V, Miller S.E. & Springates N.D. 1998. Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *Journal of Applied Ecology* 35: 461-466.
- Budowski G. 1987. Living fences in tropical America a widespread agroforestry practice. En: Gholz H.L. (Ed) *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. Dordrecht, Holanda 169-178 pp.
- Bustos L. 2000. Preferencias alimenticias de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima. Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 130 p.
- Camacho R.A. 1999. Usos de las cercas vivas por parte de los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un ambiente fragmentado del piedemonte llanero, Meta, Colombia. Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá. paginas?
- Carretero-Pinzón, X. 2008. Efecto de la disponibilidad de recursos sobre la ecología y comportamiento de *Saimiri sciureus albigena* en fragmentos de bosque de galería, San Martín (Meta – Colombia). Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Cárdenas, J. 2011. Escarabajos Coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en dos fragmentos de bosque y su matriz circundante en el Caribe Colombiano. [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja. 85pp.
- Celi J. y Dávalos A. 2001. Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como Indicadores de la Calidad Ambiental, Ecociencia. Adaptado por: Rodrigo Torres N. 2003. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Biología, Bogotá, Colombia.
- Cultid C., Medina C, Martínez B, Escobar A, Constantino L & Betancur N. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. Villa María, Caldas – Colombia. 197 pp.
- Cultid, C. 2007. Ritmos de actividad diaria de vuelo en una comunidad de Coleópteros coprófagos (scarabaeidae: scarabaeinae) de un Paisaje andino, Risaralda, Colombia. [Tesis de pregrado]. Universidad del Valle. Facultad de ciencias. Programa academico de biologia. Santiago de cali. 77pp.
- Escobar, F., Halffter G. & Arellano L. 2007. From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in Neotropical region. *Ecography* 30: 193-208.
- Escobar F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.



- Escobar, F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeida: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitat en la reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 79: 103-121.
- 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 de Biología Tropical* 48(4): 34-44.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima. *Caldasia* 19 (3-4): 419-430.
- Estrada A., Halfpeter G. Coates-Estrada R. & Meritt D. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 9(1): 45-54.
- Estrada A., Anzures A. & Coates-Estrada R. 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys and dung beetles at Los Tuxtlas, México. *American Journal of Primatology* 48: 253-262.
- Estrada, A y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*. 103: 237-245.
- Estrada A., Coates-Estrada A. & Cammarano P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-594.
- Estrada, A y R. Coates-Estrada. 1991. Howler monkey (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Tuxtlas. *Journal of Tropical Ecology*. 7: 475-490.
- Estupiñán A, & Guacaneme C. 2012. Escarabajos coprófagos colectados en la finca el potrero vereda guanacas municipio el peñón Cundinamarca (Scarabaeidae: Scarabaeinae).
- Favila M.E. & Halfpeter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 72: 1-25.
- Figuerais B.K.C., Lanuzzi L. & Leal I. 2011. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic forest. *Biological Conservation* 144: 362-369.
- Forman R.T.T. & Baudry J. 1984. Hedgerows and hedgerow networks in landscape structure. *Environmental Management* 8: 495-510.
- Gaitan 2009. Dispersión de semillas por parte de *Alouatta seniculus* en fragmentos de bosque. San Martín, Meta. Tesis pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia.
- García, J. y L. Pardo. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes occidentales Colombianos. *Ecología aplicada* 3(1,2): 59-63.
- Gardner T.A., Araujo I.S., Avila-Pires T.C.S., Bonaldo A.B. & Costa J.E. 2007. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters* 11: 139-150.
- Giraldo C., Escobar F., Chará J. & Calle Z. 2010. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological process regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity* 1(10): 1-8.



- Gill D.B. 1991. Dung beetles in tropical American forest. p. 221-229, En: Hanski I. & Cambefort Y. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University. Princeton. 473 pp.
- Grimbacher P.S., Catteral C.P., Kanowski J. & Proctor H. 2007. Responses of ground-active beetle assemblages to different styles of deforestation on cleared rainforest land. *Biodiversity Conservation* 16: 2167-2184.
- Halffter G. & Edmonds W.D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología. Mexico D.F. 176 pp.
- Halffter G., Pineda E., Arellano L. & Escobar F. 2007. Instability of Copronecrophagous beetle assemblajes (Coleoptera: Scarabaeinae) in a mountainous tropical landscape of Mexico. *Environmental Entomology* 6: 1397-1407.
- Halffter, G.; 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 195-238.
- Halffter G. & Matthews E.G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- Hanski I. & Cambefort Y. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University. Princeton. 473 pp.
- Harvey C.A., Medina A., Merlo D., Vilchez S., Hernandez B., Saenz J.C, Maes J.M., Casanoves F. & Sinclair F.L. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16:1986–1999.
- Harvey C.A., Villanueva C., Villacís J., Chacón M, Muñoz D., López M., Ibrahim M., Gómez R., Taylor R., Martínez J., Navas A., Saenz J., Sánchez D., Medina A., Vilchez B., Hernández B., Perez A., Ruiz F., López F., Lang I. & Sinclair F.L. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystem and Environment* 11:200–230.
- Hernández C, & Herrera J. 2004. Estudio de la comunidad de escarabajos coprofagos ( Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque en San José del Guaviare, Colombia.
- Hernandez B, Maes J, Harvey C, Vilchez S, Medina A, Sánchez D. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 N: 39-40.
- Herrerías, D y Benitez-Malvido, J. 2005. Consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas. *Temas sobre la restauración ecológica*; Cap, 3. Pág.: 113-126.
- Hinsley L. & Bellamy P. 2000. The influence of hedge structure management and landscape context on the value of hedge rows to birds: a review. *Journal of Environmental Management* 60: 33-49.
- Horgan F.G. 2005. Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slope of the Peruvian Andes Forest. *Ecological Management* 216: 117-133.
- Horgan F.G. & Fuentes R. 2005. Asymmetrical competition between neotropical dung beetles and its consequence for assemblage structure. *Ecological Entomology* 30:182-193.
- Howden H. F., Howden A. T., Storey R. I. 1991. Nocturnal perching of scarabaeinae dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in Australian Tropical Forest. *Biotropica* 23(1): 51-57.



- Howden, H.F. & Campbell J.M. 1975. Observations on some Scarabaeoidea in the Colombian Sierra Nevada de Santa Marta. *The Coleopterist Bulletin* 28(3): 109-114.
- Jeffries MJ. 1997. *Biodiversity and Conservation*. Fifth Edition. Routledge Pub. London, U.K. 208p.
- Julliot, C. 1996. Seed dispersal by red howling monkey (*Alouatta seniculus*) in the tropical rain forest of French Guainia. *Int. J. Prymaology* 17: 239-258.
- Klein, B. 1989. Effects of forest fragmentation on Dung and carrion Beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70(6): 1715-1725.
- Kohlmann, B y A. Solís. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia*. (49): 159-261.
- Kohlmann B. 1984. Structure of a Scarabaeinae community: A numerical – behavior study (Coleoptera: Scarabaeinae). *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 2: 1-27.
- Larsen T., Lopera A., Forsyth A. & Génier F. 2009. From coprophagy to predation: A dung beetle that kill millepedes. *Biology Letters* 5: 152-155.
- Larsen, T., A. Lopera-Toro y A. Forsyth. 2008. Understanding trait-dependent community disassembly: dung beetle, density functions and forest fragmentation. *Conservation Biology*. 22(5): 1288-1298.
- Larsen T. & Forsyth A. 2005. Trap Spacing and Transect Design for Dung Beetles *Biodiversity Studens. Biotropica* 37(2): 322-325.
- Lasso, C.A., Usma J.S., Trujillo F. & Rial A. (Eds). 2010. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- León C.M. & Harvey C.A. 2006. Live fences and landscape conectivity in a tropical landscape. *Agroforestry Systems* 68: 15-26.
- Losey J. & Vaughan M. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56: 311-323.
- Louzada J., Lopes F. & Vaz de Mello F. 2007. Structure and composition of a dung beetle community (Coleoptera, Scarabaeinae) in a small forest patch from Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Zoociencias* 9(2): 199-203.
- Louzada J. & Carvalho P. 2009. Utilisation of introduced Brazilian pastures ecosystems by native dung beetles: diversity patterns and resource use. *Insect Conservation and Diversity* 2: 45-52.
- Louzada J., Lima A., Mataveli R, Zambaldi L. & Barlow J. 2010. Community structure of dung beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance, vegetation and landscape structure. *Landscape Ecology* 25(4): 631-641.
- Medina C. A., Escobar F. & Kattan G. 2002. Diversity, habitat use and temporal rhythms of dung beetles in a heterogeneous Andean landscape. *Biotropica* 34: 181-187.
- Medina, C. & A. Lopera-Toro. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22(2): 299-315.
- Molano F. y I. Morales. 2006. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados al excremento del mono aullador (*Alouatta seniculus*) de la Reserva Natural La Montaña del Ocaso, Quimbaya, Quindío. *Riqueza Biótica Quindiana*, 1 ed. Armenia. Universidad del Quindío. 395 – 398.
- Montes, M. 2010. Efecto de borde en ensamblajes de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en fragmentos de bosque en el nordeste antioqueño, Colombia. Tesis



- Maestría en Ciencias, área de entomología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 53pp.
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México (coleoptera: lamellicornia Vol 2). México: Argania. 227pp.
- 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. *Biodiversity Conservation* 17: 2867-2898.
- Nichols E., Larsen T., Spector S., Davis A.L., Escobar F., Favila M.E, Vulinec K. & The Scarabaeinae Research Network. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137: 1-19.
- Nichols E., Spector S., Louzada J., Larsen T., Amézquita S., Favila M.E. & The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Nichols E., Gardner T., Peres C., Spector S. & The Scarabaeinae Research Network. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos* 118: 481-487.
- Noriega J. A. 2012. Estructura de un ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres sitios con diferente uso del suelo en Antioquia, Colombia. *Actual Biol* 34 (96): 43-54.
- Noriega J.A., Realpe E. & Fagua G. 2007. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque de galería con tres estadios de alteración. *Universitas Scientiarum* 12: 51-63.
- Noriega J.A 2009. Análisis de la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en el departamento de Cundinamarca. *Revista de Tecnología* 8(1): 83-89.
- Noriega J.A. & Calle J.C. 2008. Consumption of *Gustavia hexapelata* (Aublet) Smith (Lecythidales: Lecythidaceae) by the dung beetle *Eurysternus plebejus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterist Bulletin* 62(4): 455-460.
- Quintero & Roslin. 2005. Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in central Amazonia. *Ecology*, 86(12), 2005, pp. 3303-3311.
- Romero M., Cabrera E. & Ortiz N. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 186 p.
- Santacruz-Pulido P. & Renjifo L.M. 2011. Live fences as a tool for biodiversity conservation: a study case with birds and plants. *Agroforestry Systems* 81: 15-30.
- Sarmiento-Garcés R. & G. Amat-García. 2009. Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Amazonía colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 33(127): 285-296.
- Scheffler, P. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*. 21:9-19.
- Scheffler, P. 2002. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of Eastern Amazonian. Tesis - Doutored in Ecology. The Pennsylvania State University. 257pp.

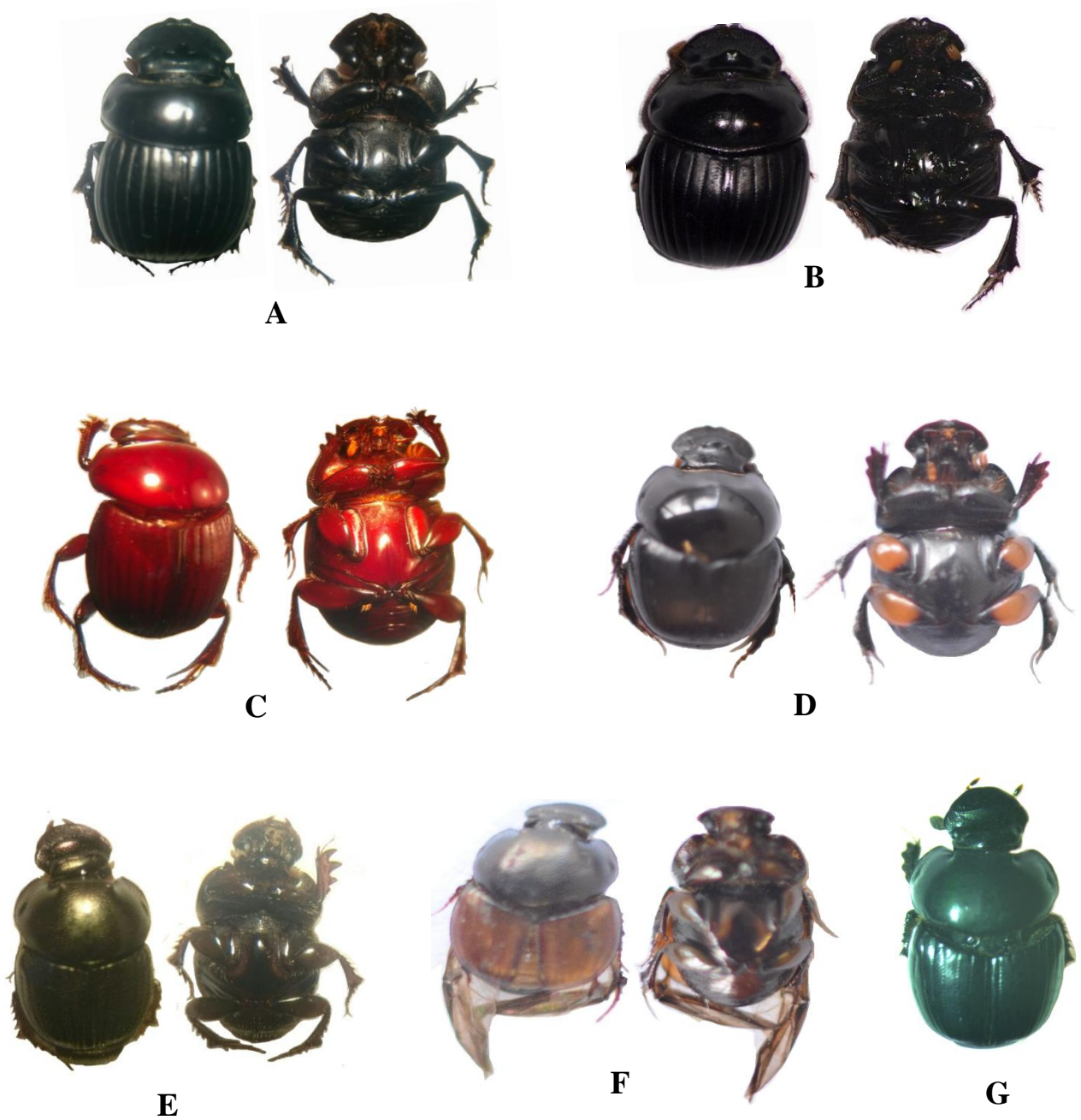


- Spector S. & Ayzama S. 2003. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian neotropical forest – savanna ecotone. *Biotropica* 35: 394-404.
- Tregidgo D., Quie L., Barlow J., Sodhi N. & Lim S. 2010. Vertical stratification responses of an arboreal dung beetle species to tropical forest fragmentation in Malaysia. *Biotropica* 42(5): 521-525.
- Vitolo, A. 2000. Clave para la identificación de los géneros y especies Phanaeinas (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae: Coprinae: Phanaeini) de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Físicas y Exactas*. 24(93): 591-601.
- Vitolo, A. 2004. Escarabajos estercoleros de la tribu Phanaeini de Colombia (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae) En: *Insectos de Colombia*. Volumen III. Fernández, F, G. Andrade y G. Amat (Eds). Universidad nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Primera edición.
- Vulinec K. 2000. Dung beetles, monkeys and conservation. *The Florida Entomologist* 3: 229-241.
- Vulinec K., Mellow D. & Vasconcellos da Fonseca C.R. 2007. Arboreal foraging height in a common neotropical dung beetle *Canthon subhyalinus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae). *Coleopterist Bulletin* 61: 75-81.
- Willson, M. F., Irvine, A. K & Walsh, N.G. 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australia and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. *Biotropica* 21: 133-147.
- Zahawi R. 2005. Establishment and growth of living fence species: An overlooked tool for the restoration of degraded areas in the tropics. *Restoration Ecology* 13(1): 92-102.



## ANEXOS

**Anexo 1: Fotografías de las especies de escarabajos coprófagos durante las dos épocas de muestreo (sequía y lluvias), en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. 2016.**



**Fig.: A: *Dichotomius belus*; B: *Dichotomius nisus*; C: *Canthidium euchalceum*; D: *Canthidium funebre* ; E: *Onthophagus buculus*; F: *Onthophagus haematopus*; G: *Onthophagus aff. Hirculus*.**



H



I



J



K



L



LI



Fig.: H: *Coprophanaeus talamon*; I: *Oxysternon conspicillatum*; J: *Phanaeus haroldii*; K: *Phanaeus cambeforti*; L: *Deltochilum orbiculare*; LI: *Deltochilum orbigny*.

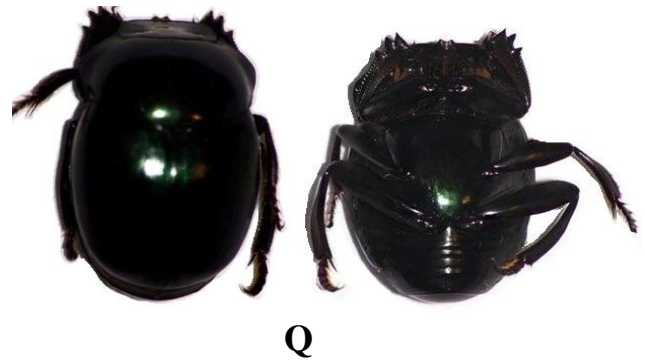
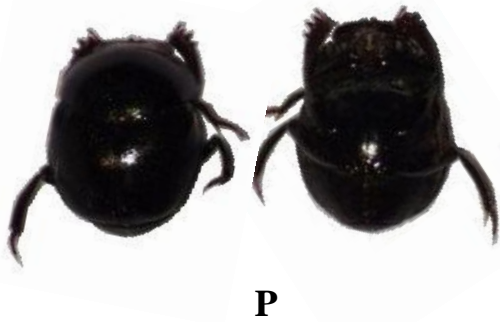
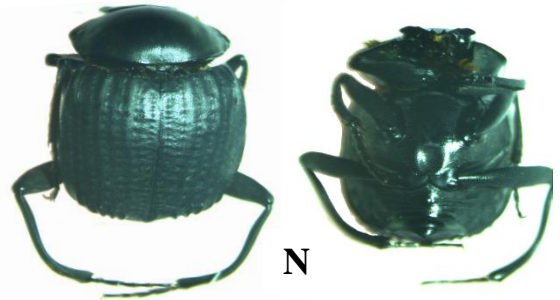


Fig.: M: *Deltochilum cf. pseudoparile*; N: *Deltochilum* sp ; Ñ: *Canthon cyanellus*; O: *Canthon luteicollis*; P: *Canthon juvenicus*; Q: *Canthon aequinoctialis*. R: *Ateuchus* sp. S: *Ontherus aphodioides*.



**T**



**U**



**V**



**W**

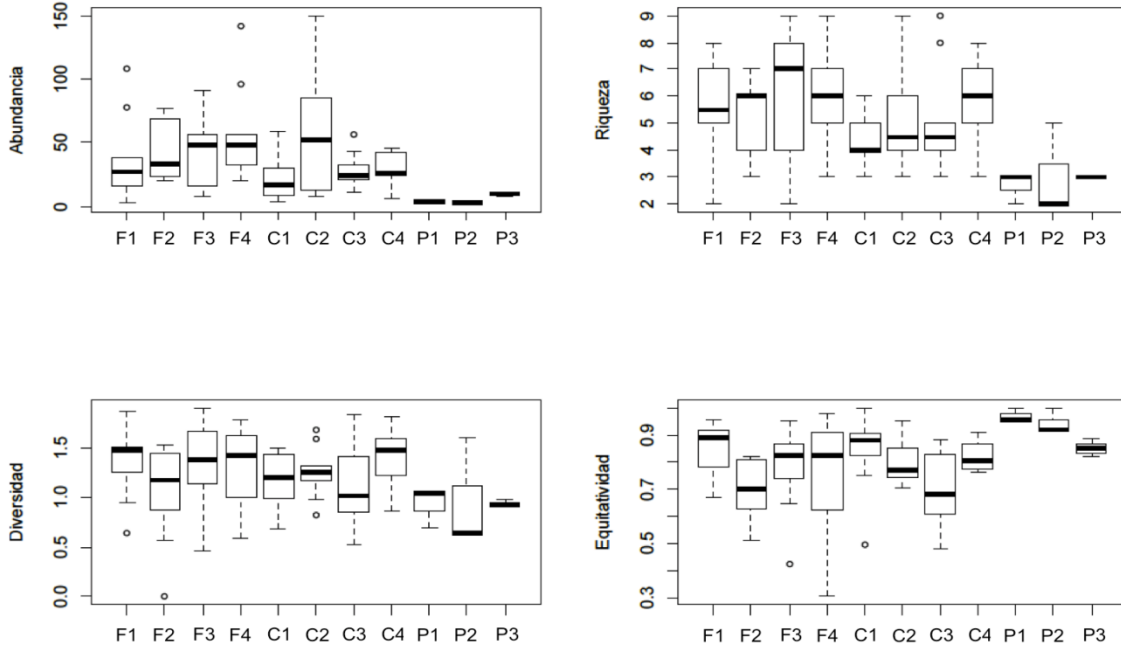


Fig.: **T:** *Dichotomius mamillatus*; **U:** *Ontherus pubens*; **V:** *Eurysternus foedus*; **W:** *Eurysternus caribaeus*.

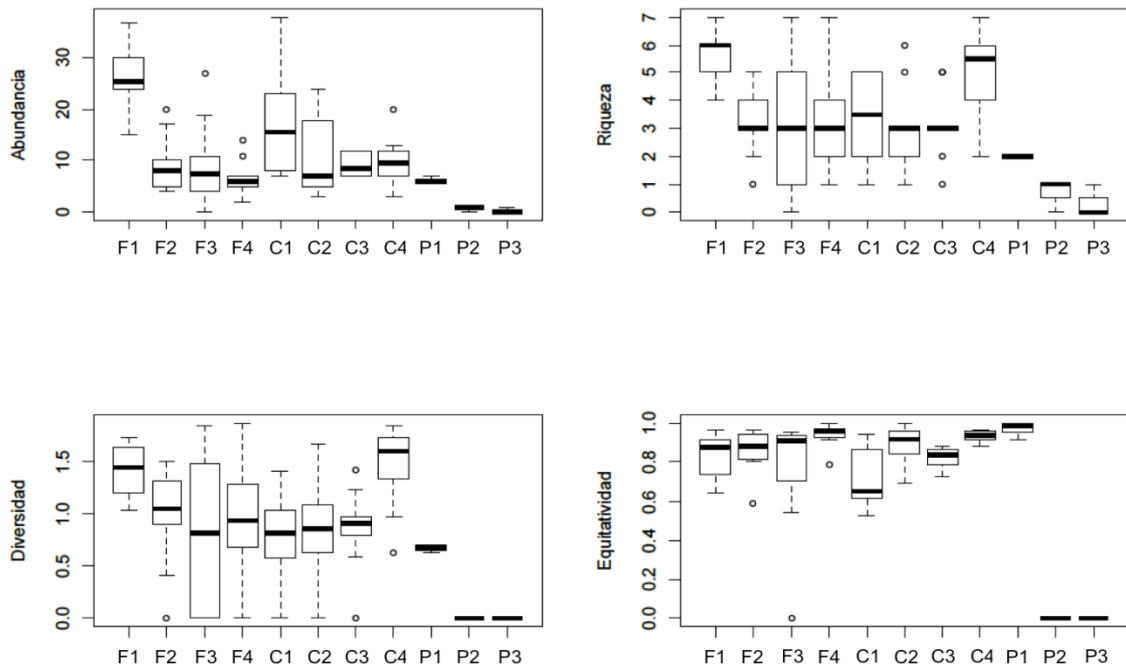


## Anexo 2: Cuadros de bigotes. Estructura del ensamblaje de escarabajos coprófagos, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. 2016.

### Estructura del ensamblaje entre replicas Época de Lluvias

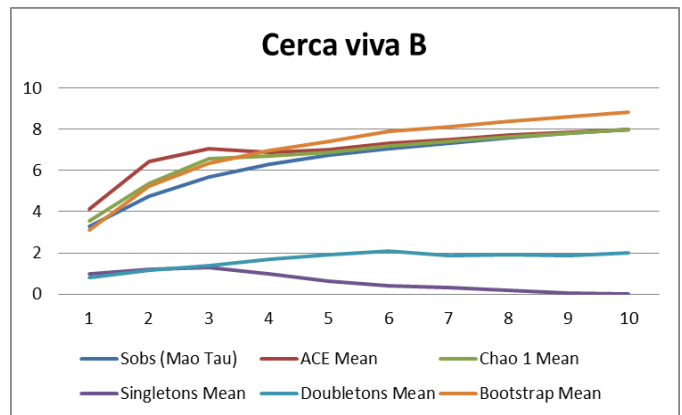
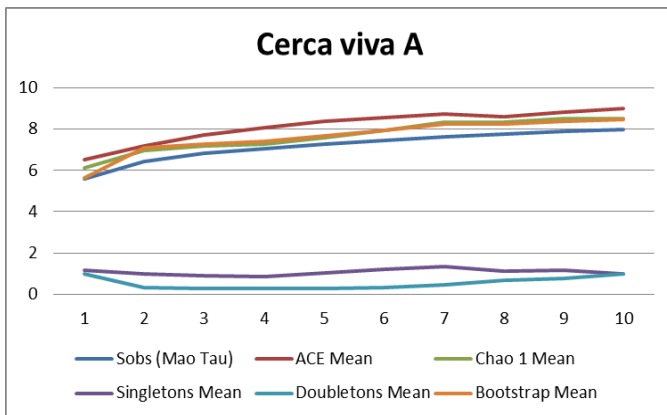
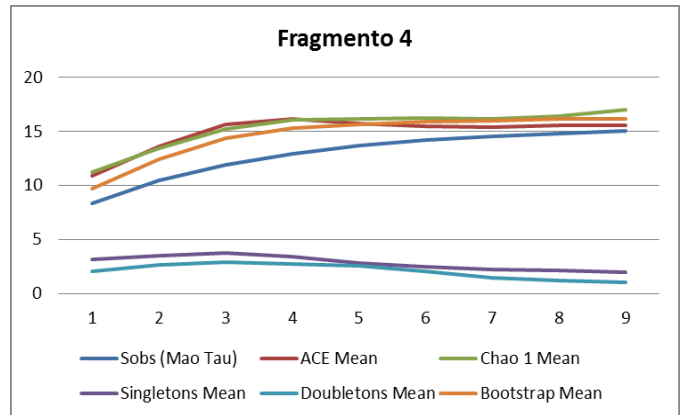
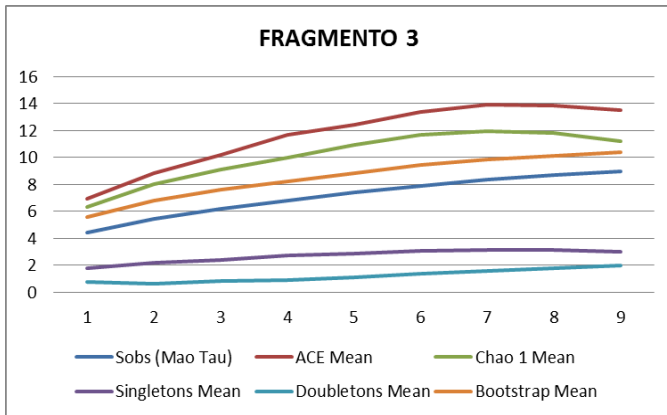
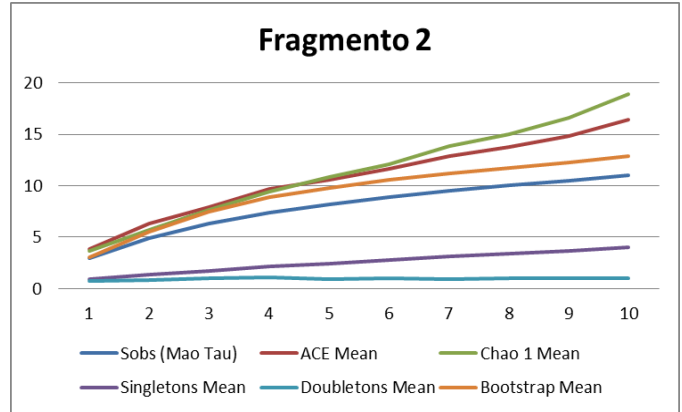
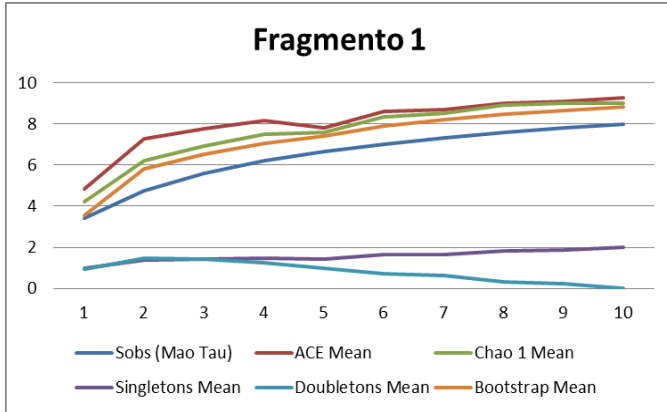


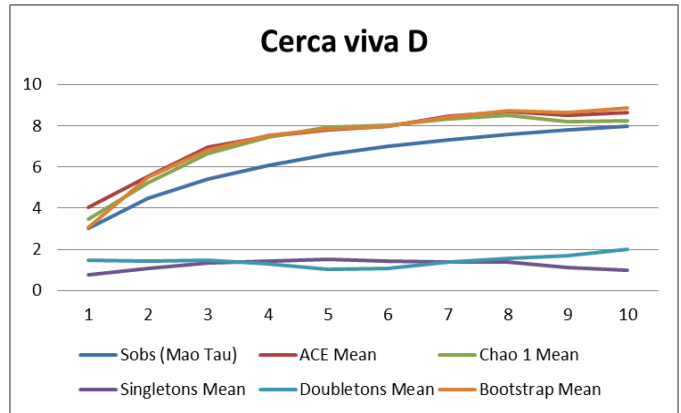
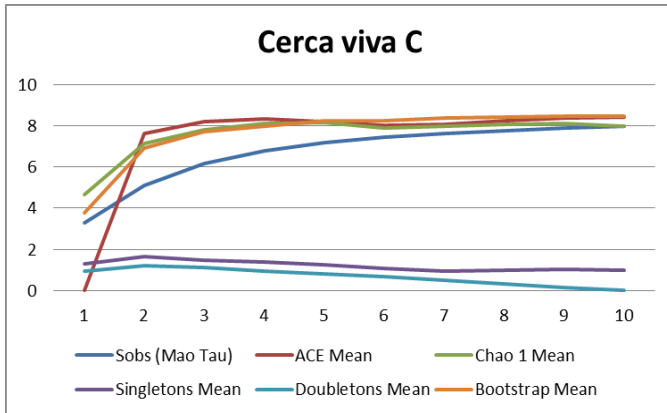
### Estructura del ensamblaje entre replicas Época de Sequía



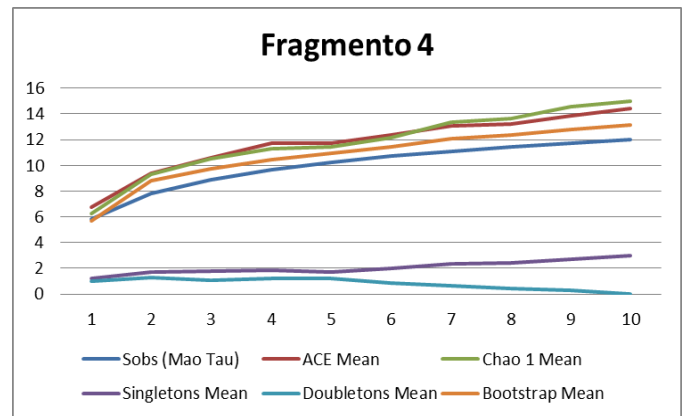
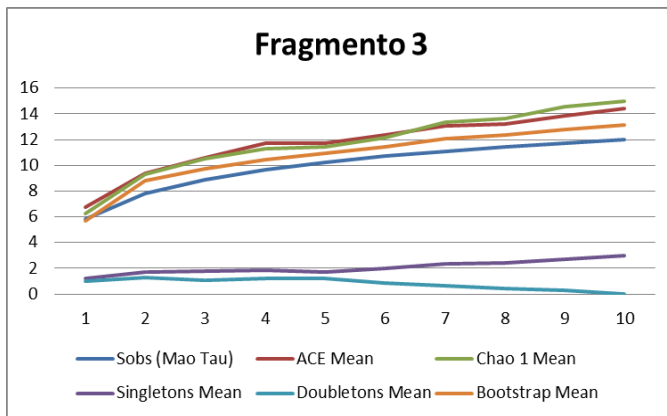
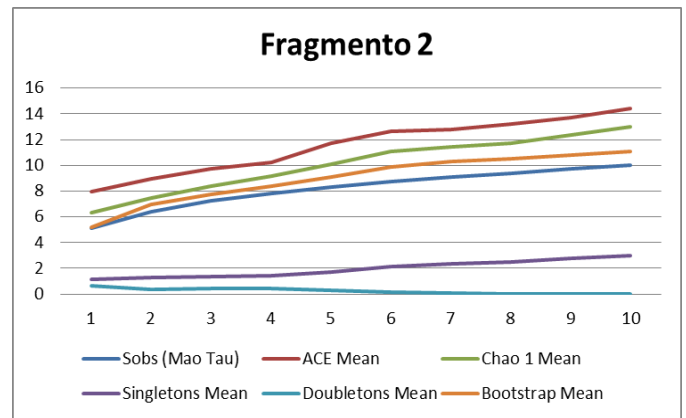
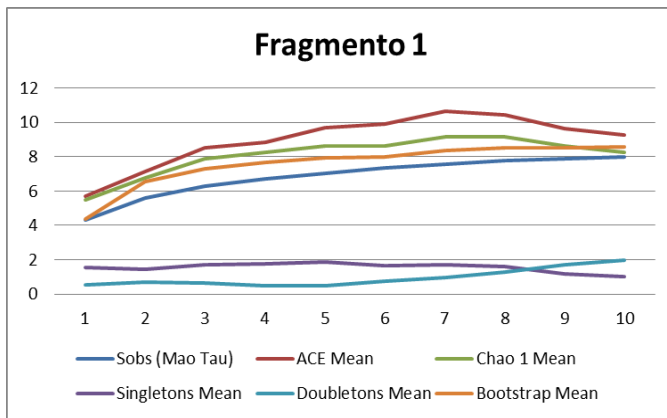


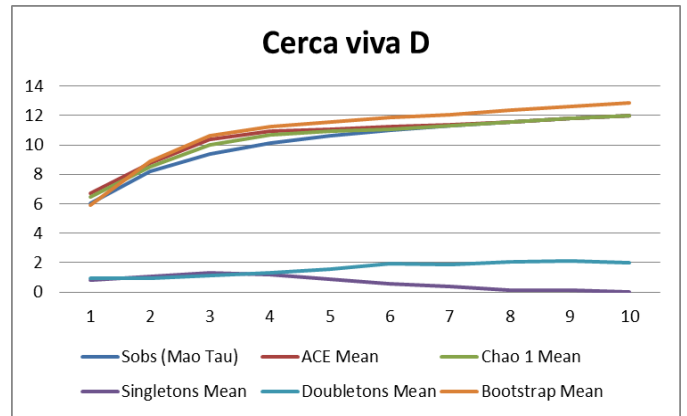
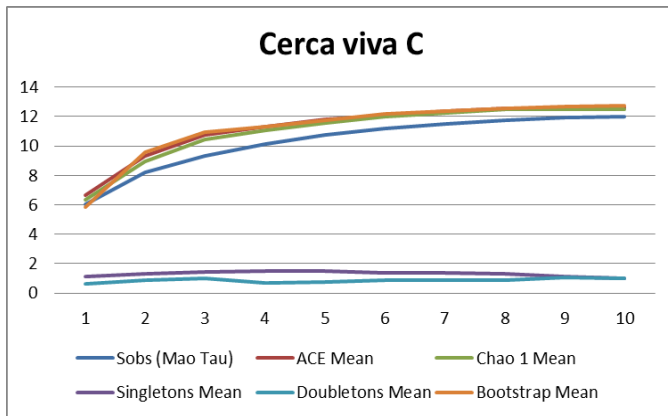
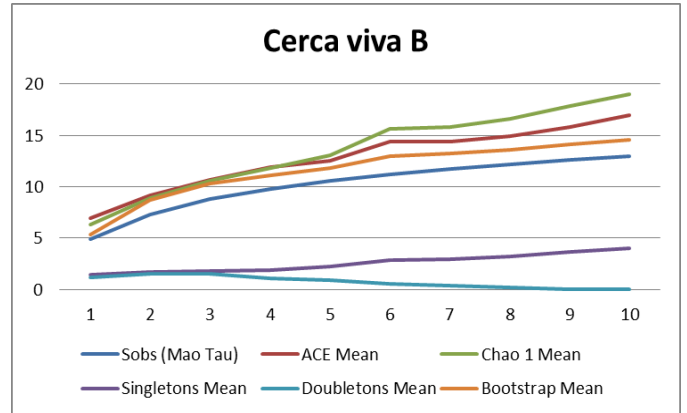
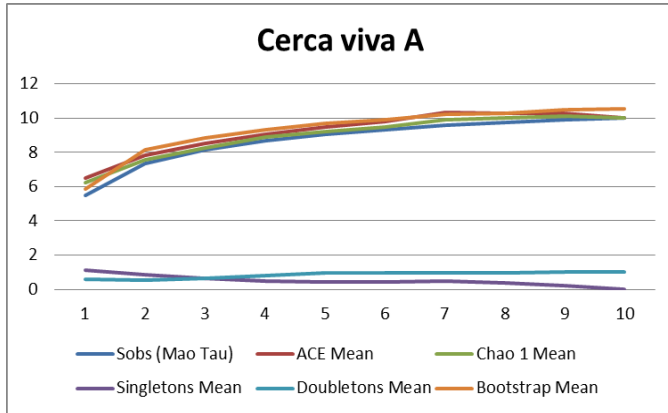
### Anexo 3: Curvas de acumulación, por zona estudiada en temporada seca, finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia. 2016.





## Anexo. 4. Curvas de acumulación, por zona estudiada en temporada de lluvia, finca Santa Rosa. San Martín, Meta – Colombia. 2016.







**Anexo 5: Tabla número de individuos de las especies colectadas de escarabajos coprófagos durante la época de sequía, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. En los fragmentos de bosque, cercas vivas y potreros. 2016.**

TRIBU															
GENERO															
	F1	F2	F3	F4	CV-A	CV-B	CV-C	CV-D	P1	P2	P3	Total/individ.	% Abundancia.		
<b>COPRINI</b>															
<i>Dichotomius mamillatus</i> (Felsche, 1910)	122	45	33	5	17	0	0	0	8	0	0	230	22,8		
<i>Dichotomius nisus</i> (Oliver, 1789)	0	2	0	5	38	11	12	28	11	2	1	110	10,9		
<i>Dichotomius belus</i> (Harold, 1880)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Canthidium euchalceum</i> (Balthasar, 1939)	4	1	2	5	0	0	0	2	0	0	0	14	1,4		
<i>Canthidium funebre</i> (Balthasar, 1939)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Ontherus aphodioides</i> (Burmeister, 1874)	7	8	6	6	44	5	12	12	0	0	0	100	9,9		
<i>Ontherus pubens</i> (Génier, 1996)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<b>ATEUCHINI</b>															
<i>Ateuchus</i> sp.	0	4	0	1	1	2	9	6	0	0	0	23	2,3		
<b>ONTHOPHAGINI</b>															
<i>Onthophagus haematopus</i> (Harold, 1875)	0	11	27	4	92	22	6	2	0	0	0	164	16,2		
<i>Onthophagus bucus</i> (Mannerheim, 1829)	31	26	19	20	41	43	42	5	0	0	0	227	22,5		
<i>Onthophagus</i> aff. <i>Hirculus</i> (Mannerheim, 1829)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<b>ONITICELINI</b>															
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	3	8	1	20	25	5	9	1	0	0	0	72	7,1		
<i>Eurysternus foedus</i> (Guérin-Méneville, 1830)	1	1	0	3	2	0	3	0	0	0	0	10	1,0		
<b>PHANAEINI</b>															
<i>Phanaeus cambeforti</i> (Arnaud, 1982)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Phanaeus haroldii</i> (Kirsch, 1871)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Oxysternon conspicillatum</i> (Weber, 1801)	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,9		
<i>Coprophanæus telamon</i> (Erichson, 1847)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<b>DELTOCHILINI</b>															
<i>Deltochilum orbigny</i> (Blanchard, 1843)	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0,6		
<i>Deltochilum</i> cf. <i>pseudoparile</i> (Paulian, 1938)	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	7	0,7		
<i>Deltochilum orbiculare</i> (Lansberge, 1874)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Deltochilum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Canthon aequinoctialis</i> (Harold, 1868)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,2		
<i>Canthon cyanellus</i> (Harold, 1863)	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0,3		
<i>Canthon luteicollis</i> (Erichson, 1847)	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0,6		
<i>Canthon juvenicus</i> (Harold, 1868)	0	0	0	13	0	3	1	10	0	0	0	27	2,7		
<b>No. Individuos.</b>	176	108	92	99	260	93	94	66	19	2	1	1010	100		



**Anexo. 6. Tabla números de individuos de las especies colectadas de escarabajos coprófagos durante la época de lluvias, en la finca Santa Rosa. San Martín, Meta - Colombia. En los fragmentos de bosque, cercas vivas y potreros. 2016.**

TRIBU															
GENERO															
	F1	F2	F3	F4	CV-A	CV-B	CV-C	CV-D	P1	P2	P3	Total/individ.	% Abundancia.		
<b>COPRINI</b>															
<i>Dichotomius mamillatus</i> (Felsche, 1910)	47	124	113	47	33	7	50	0	0	0	0	421	13,3		
<i>Dichotomius nisus</i> (Oliver, 1789)	0	0	0	0	2	26	14	54	3	1	3	103	3,2		
<i>Dichotomius belus</i> (Harold, 1880)	10	28	7	126	44	115	169	301	5	4	11	820	25,9		
<i>Canthidium euchalceum</i> (Balthasar, 1939)	2	0	0	4	0	1	0	2	0	0	0	9	0,3		
<i>Canthidium funebre</i> (Balthasar, 1939)	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,1		
<i>Ontherus aphodioides</i> (Burmeister, 1874)	0	0	0	0	35	188	63	54	3	4	15	362	11,4		
<i>Ontherus pubens</i> (Génier, 1996)	2	6	11	18	17	5	8	0	0	0	0	67	2,1		
<b>ATEUCHINI</b>															
<i>Ateuchus</i> sp.	0	1	0	0	0	5	2	8	0	1	0	17	0,5		
<b>ONTHOPHAGINI</b>															
<i>Onthophagus haematopus</i> (Harold, 1875)	0	8	6	7	64	0	12	40	0	0	0	137	4,3		
<i>Onthophagus buculus</i> (Mannerheim, 1829)	22	218	106	24	146	23	82	71	0	1	0	693	21,8		
<i>Onthophagus</i> aff. <i>Hirculus</i> (Mannerheim, 1829)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,0		
<b>ONITICELLINI</b>															
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	17	72	11	57	10	8	28	10	0	0	0	213	6,7		
<i>Eurysternus foedus</i> (Guérin-Méneville, 1830)	0	0	1	4	3	1	3	0	0	0	0	12	0,4		
<b>PHANAEINI</b>															
<i>Phanaeus cambeforti</i> (Arnaud, 1982)	0	0	6	1	0	0	0	2	0	0	0	9	0,3		
<i>Phanaeus haroldii</i> (Kirsch, 1871)	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0,1		
<i>Oxysternon conspicillatum</i> (Weber, 1801)	118	118	8	0	0	0	0	0	0	0	0	244	7,7		
<i>Coprophanæus telamon</i> (Erichson, 1847)	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,1		
<b>DELTOCHILINI</b>															
<i>Deltochilum orbigny</i> (Blanchard, 1843)	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0,1		
<i>Deltochilum</i> cf. <i>pseudoparile</i> (Paulian, 1938)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0		
<i>Deltochilum orbiculare</i> (Lansberge, 1874)	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,1		
<i>Deltochilum</i> sp.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0,1		
<i>Canthon aequinoctialis</i> (Harold, 1868)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,1		
<i>Canthon cyanellus</i> (Harold, 1863)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		
<i>Canthon luteicollis</i> (Erichson, 1847)	0	0	0	7	0	0	5	9	0	0	0	21	0,7		
<i>Canthon juvenus</i> (Harold, 1868)	0	0	0	0	0	11	0	9	0	0	0	20	0,6		
<b>No. Individuos.</b>	219	577	279	297	357	392	437	563	11	11	29	3172	100		

