

Diversidad de mamíferos terrestres en bosques cercanos a cultivos de piña, Cutris de San Carlos, Costa Rica

Jonathan Navarro P. & Alexander Gómez L.

Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Biológicas, Costa Rica; jon90np@gmail.com, alexander.gomez.lepiz@una.cr

Recibido 07-V-2014 • Corregido 15-VII-2014 • Aceptado 03-IX-2014

ABSTRACT: Terrestrial mammal diversity in forests close to pineapple crops, Cutris San Carlos, Costa Rica. Pineapple crops reduce the size of forest fragments and generate pressure on biodiversity in the remnants. To determine potential negative effects of forest fragmentation we assessed diversity and composition of terrestrial mammals in forest patches on three farms under pineapple crops. We placed Sherman and Tomahawk traps, footprints traps near water bodies, and made daily tracks to obtain traces and direct observation of mammals. We identified seven species of wild mammals, mostly omnivorous and under a least concern conservation status. The effect of cover type generated by the pineapple crops is consistent with mammal composition. Pineapple crops could enhance the most common wildlife problems, such as predator-prey relationships. Therefore, pineapple plantations, by causing fragmentation and lack of connectivity among forest patches, threaten extinction of mammals in some of their original range.

Key words: terrestrial mammals; forest patches; diversity; fragmentation; pineapple.

RESUMEN: Los cultivos de piña reducen el tamaño de los fragmentos de bosque y generan presión sobre la biodiversidad en los remanentes. Para determinar los posibles efectos negativos de la fragmentación de los bosques se evaluó la diversidad y composición de mamíferos terrestres en fragmentos de bosque en tres fincas con cultivos de piña. Colocamos trampas Sherman y Tomahawk, trampas de huellas cerca de los cuerpos de agua e hicimos recorridos diarios para obtener rastros y observación directa de mamíferos. Se identificaron siete especies de mamíferos silvestres, sobre todo omnívoros y bajo un estado de conservación de menor preocupación. El efecto del tipo de cobertura generada por los cultivos de piña es consistente con la composición de mamífero. Los cultivos de piña podrían mejorar los problemas de vida silvestre más comunes, tales como las relaciones depredador-presa. Por lo tanto, las plantaciones de piña, al provocar la fragmentación y la falta de conectividad entre parches de bosque, amenazan la extinción de los mamíferos en una parte de su área de distribución original.

Palabras clave: mamíferos terrestres; parches de bosque; diversidad; fragmentación; piña.

Costa Rica posee una gran diversidad de mamíferos en comparación con su reducida extensión (50 900Km²), esto se debe principalmente a su ubicación privilegiada en la cual confluyen especies de mamíferos provenientes de las regiones Neártica y Neotropical (Rodríguez, Chinchilla & May-Collado, 2002). Por ello la importancia de los inventarios de mamíferos en diferentes partes del país que incluyan zonas de importancia para la biodiversidad, y de ese modo apoyar estudios posteriores sobre aspectos ecológicos, manejo y conservación, variaciones en las poblaciones y gradientes biogeográficos (Sánchez, Sánchez-Palomino & Cadena, 2004; Pacheco et al., 2006).

Por tanto para generar conocimiento sobre conservación de mamíferos se debe tomar en cuenta, el grado de

especialización que presentan algunos mamíferos confinados en sitios específicos con condiciones aptas para su distribución. La intervención del ser humano ha propiciado una reducción de su hábitat y un aumento en áreas alteradas que significan una amenaza para las poblaciones de mamíferos (Timm, La Val & Rodríguez-H, 1999). Por ello bosques sin intervenir y remanentes de bosque son hábitats en los cuales la diversidad de mastofauna se ve perjudicada por la presencia de parches agrícolas cuya influencia es dependiente de la distancia entre ambos sitios (Numa, Verdú & Sánchez-Palomino, 2005). Además las zonas agrícolas utilizan agroquímicos que tienen un impacto negativo sobre las especies nativas, en cambio las tierras de cultivo en las que se mantienen remanentes de ambientes naturales brindan una fuente importante

de biodiversidad y colaboran con la producción (Sullivan & Sullivan, 2006).

Otra consecuencia importante de los cultivos es la fragmentación de bosques por la conversión de vegetación natural para usos antropogénicos, es por ello que Finegan y Bouroncle (2008) resaltan la reducción de fragmentos en los que persiste la biodiversidad, en una matriz de actividades agrícolas. Debido a esto el cambio en el uso de bosques a cultivos propicia que la supervivencia de las especies silvestres dependa más de su capacidad de persistir en paisajes fragmentados y reservas naturales aisladas que a presiones intra o interespecífica (Laurance et al., 2002). Por lo cual dicha fragmentación debida al cambio en el uso de suelo ejerce una presión sobre la permanencia de las especies en un paisaje.

Dentro de los cultivos que tienen un impacto sobre la biodiversidad se encuentra la piña tal como menciona Cove (2011), quien muestra que las poblaciones de mamíferos se ven afectadas negativamente por plantaciones de piña a larga escala debido a que este tipo de producción significa una invasión a los bosques naturales produciendo heterogeneidad ambiental. Además Quijandría, Berrocal y Pratt (1997) menciona, que la aplicación de agroquímicos en cultivos de piña significa un efecto mortal no solo para especies patógenas sino también para especies asociadas al suelo aunque no sean un peligro inminente para la producción del fruto.

La producción de piña en Costa Rica ha alcanzado las 40 000ha con terreno sembrado. La misma enfocada principalmente en el exterior, siendo los principales consumidores Estados Unidos y países europeos (Salazar, 2008). En la Región Huetar Norte existen grandes plantaciones de piña, con 11170 ha sembradas con este monocultivo representando un 53,7% del área cultivada en la zona. Actualmente los campesinos están cambiando sus pequeñas plantaciones de cultivos debido a la comercialización de la piña (Aravena, 2005).

En el caso de Costa Rica se han realizado estudios sobre diversidad de mamíferos como los de Pacheco et al. (2006), en la Estación Biológica Las Cruces en la zona de San Vito de Coto Brus, Piedra y Maffei (2000) en tres sitios de la Zona de Conservación Guanacaste y Hermes, Morales, Bustamante y Cástro (2006) para la isla de San Lucas, pero pocos como el de Sanchún y Miranda (2011) se enfocan en la diversidad de zonas asociadas a cultivos de piña, pese a que éstos necesitan mayor área de producción que el banano y al hecho de ser el cultivo de mayor crítica por su impacto ambiental en el país (Bach, 2011). Por ello es necesario llevar a cabo trabajos que tomen en cuenta aspectos ecológicos sobre los mamíferos, no solo observar la diversidad o abundancia de una

especie puesto que es preciso evaluar el ambiente en que se desarrolla el animal. Este trabajo se realizó con el objetivo de valorar la diversidad y composición de mamíferos terrestres en parches de bosque que se encuentran en fincas sometidas a cultivos de piña en Cutris de San Carlos para la determinación de los posibles efectos negativos que la fragmentación de bosques puede tener sobre este grupo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: El estudio se llevó a cabo en las piñeras de Dole Fruit Company ubicadas en la finca muelle del distrito de Cutris de San Carlos (10°34'54''N y 84°26'9''W), perteneciente a la Región Huetar Norte que es catalogada como bosque muy húmedo premontano transición a basal con una precipitación anual entre los 2 500 a 3 500mm y una temperatura entre los 26 y 30°C (Holdridge, 1987). En la región predominan condiciones climáticas de alta humedad y presencia de bosques sempervirente, denso y con diferentes estratos de vegetación (Vargas, 1992).

Se escogieron aleatoriamente tres parches de bosque, con lo cual se muestrearon 1 292 587m². Los remanentes de bosque estudiados, se pueden catalogar como bosques secundarios con presencia de claros y sotobosque, rodeados por cultivos de piña. Dos de los sitios entre cultivo de piña orgánica y uno por cultivo convencional (Fig. 1).

Muestreo: Los datos fueron recolectados durante 15 días, con un esfuerzo de muestreo de 900 horas trampa, realizándose dos visitas diarias: una de las 6:00 a las 10:00 horas (desactivar las trampas, búsqueda de rastros e identificación de las especies encontradas) y otra de 13:00 a 16:00 (para reponer cebos y reactivar las trampas).

Se excluyeron los mamíferos voladores de este estudio ya que estos animales podrían utilizar los sitios de muestro con poca frecuencia o solamente como áreas de paso sin estar expuestos necesariamente a las condiciones generadas por el cultivo de la piña como si podría ocurrir con los mamíferos terrestres, de ahí la intención de conocer de forma preliminar el efecto de los cultivos de piña sobre las poblaciones de mamíferos terrestres.

Para la captura de roedores u otros mamíferos pequeños se utilizaron 40 trampas Sherman y para mamíferos medianos se utilizaron 20 trampas Tomahawk, las cuales se colocaron en tres parches de bosque dispuestas en transectos lineales tomando de base senderos, cada diez metros eran colocadas dos Tomahawk dispuestas una a cada lado del sendero y una trampa Sherman. Las

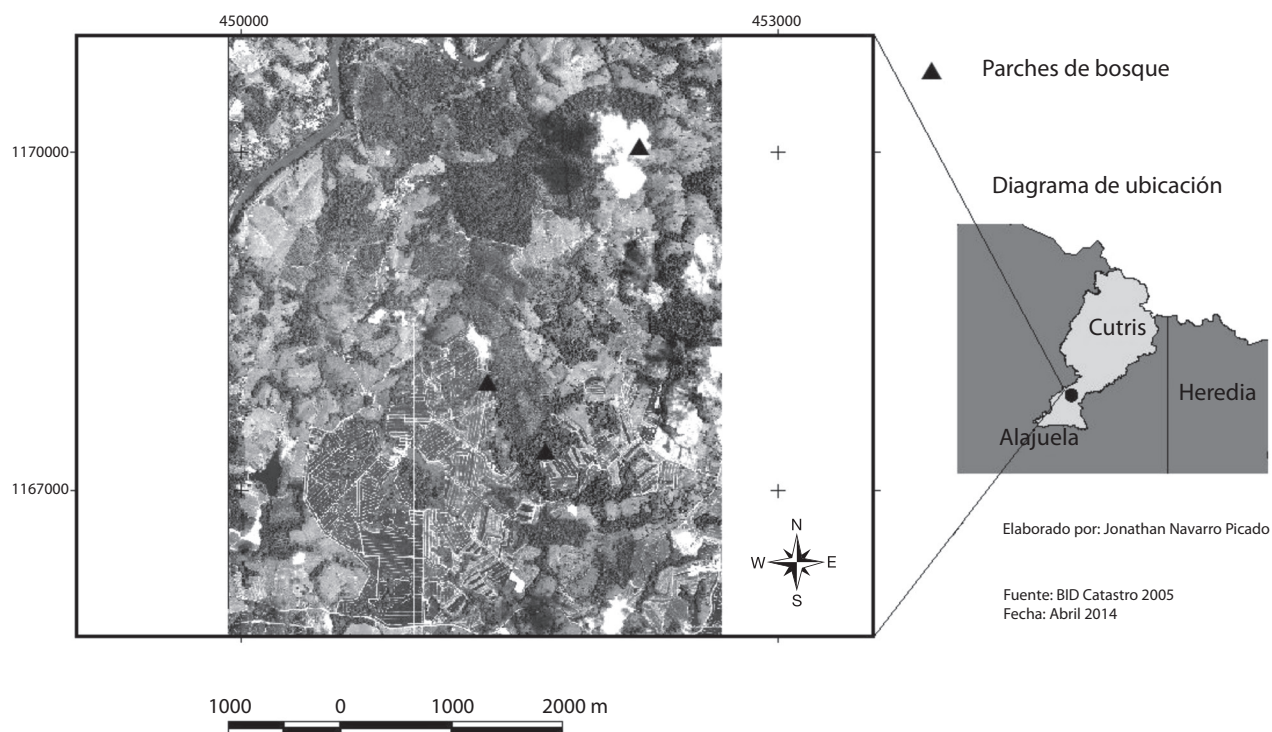


Fig. 1. Sitio de estudio y parches de bosque del muestreo en Cutris de San Carlos.

trampas Sherman fueron cebadas con una mezcla de avena, manteca y vainilla para; las Tomahawk con plátano, sardina o menudos de pollo. Se activaron desde las 16:00 horas hasta las 6:00 horas. Las especies de mamíferos capturados fueron determinadas con la ayuda de guías de campo (Aranda, 2000; Reid, 2009).

Además, en cada uno de los tres parches se identificaron superficies planas y preferiblemente cercanas a cursos de agua para preparar trampas de huellas de 1 x1m, para su elaboración se removieron rocas y vegetación, para conseguir un sustrato suelto y lodoso se utilizó una pequeña pala y por último en el centro se colocó un atrayente ya sea plátano, sardina o pollo (Sánchez et al., 2004).

En cuanto a la obtención de rastros (huellas, excrementos, alimentos mordidos y perturbaciones en la vegetación) y la observación directa de mamíferos se realizaron recorridos entre las 08:00 y 10:00 horas a una velocidad de 2km/h, en transectos paralelos a los parches de bosque con 1000m de largo y un ancho de banda de 3m (Guzmán-lenis & Camargo-Sanabria, 2004; Sánchez et al., 2004).

Para las huellas encontradas se sacaron impresiones en yeso con el fin de lograr una mejor medición e identificación por medio de la guía de Aranda (2000) para rastros y huellas. Luego eran borradas del sustrato

para evitar sobreestimación de las especies presentes en el sitio.

Por último, se abordó a ciertos informantes clave que han trabajado en la zona de estudio o viven en sus cercanías, para tener una referencia de las especies del lugar y situaciones sobre su uso.

Análisis de datos: Se estimó la riqueza de especies en el lugar con el índice de Chao 2, debido a que los datos no asumen una distribución paramétrica y requieren solamente de ausencia-presencia (Moreno, 2001). También se realizó una curva de acumulación de especies para los tres sitios. Para dichos análisis se utilizó el programa estadístico R versión 2.14.1 Copyright (C) 2011 The R Foundation for Statistical Computing.

RESULTADOS

Como se puede observar en el Cuadro 1, se encontraron siete especies de las cuales solamente el zorro pelón (*Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758) fue capturado en una trampa Tomahawk, mientras que con las trampas Sherman, pese al esfuerzo realizado, no se capturó ninguna especie. El mono congo (*Alouatta palliata* Gray, 1849) y la ardilla (*Sciurus variegatoides* Ogilby, 1839)

CUADRO 1
Lista de mamíferos encontrados en Fincas Piñas del Muelle de DOLE FRUIT FRESH INTL. LTD

Familia	Especie	Nombre común	Hábito alimenticio ¹	Estado de Conservación ³
Atelidae	<i>Alouatta palliata</i> (Gray, 1849)	Mono congo	Herbívoro	Menor preocupación
Procyonidae	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Pizote	Omnívoro	Menor preocupación
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i> (Gray, 1842)	Guatusa	Herbívoro	Menor preocupación
Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i> (Ogilby, 1839)	Ardilla	Herbívoro	Menor preocupación
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Tepezcuintle	Omnívoro ²	Menor preocupación
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapache	Omnívoro	Menor preocupación
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	Zorro pelón	Omnívoro	Menor preocupación

1. Los hábitos alimenticios de las especies encontradas fueron tomados de Reid (2009).
2. Aquino, Deyber y Pezo (2009) encontraron una preferencia por caracoles acuáticos del género *Pomacea*.
3. Grado de conservación de las especies según la lista roja de la UICN, la cual para su clasificación se basa en la distribución, tamaño de las poblaciones, modificación del hábitat y la cantidad de áreas protegidas en las que se encuentran (UICN, 2013).

fueron identificados por avistamientos directos con un individuo para cada especie, las especies restantes fueron registradas indirectamente por medio de huellas (Cuadro 1).

La única especie con dos individuos fue *Nasua narica* (Linnaeus, 1766), para las restantes especies solamente se registro la presencia de un individuo, debido a la baja cantidad de individuos encontrados, no fue posible determinar la densidad de cada especie. Además se mostró la dominancia del hábito alimenticio omnívoro entre las especies capturadas y todas con un estado de conservación de menor preocupación (Cuadro 1).

Los índices de riqueza nos indican que con un mayor esfuerzo de muestreo la cantidad de especies

encontradas puede aumentar a 16, con un valor de 23 para Chao 2. En la Figura 2 se observa la curva de acumulación de especies, la cual indica la necesidad de un mayor esfuerzo de muestreo para alcanzar la asíntota.

En los parches de bosque dentro de los cultivos de piña se encuentran otras especies no registradas para este estudio, en el lugar se ha observado recientemente la presencia de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1789), zorro cuatro ojos (*Philander oposum* Linnaeus, 1758) y muy casualmente caucel (*Leopardus weidii* Schinz, 1821) (G. Salas, com. pers.).

También fueron encontrados otros indicios sobre la presencia de especies de vida silvestre, como por ejemplo en frutos de piña, en los cuales se observó una serie

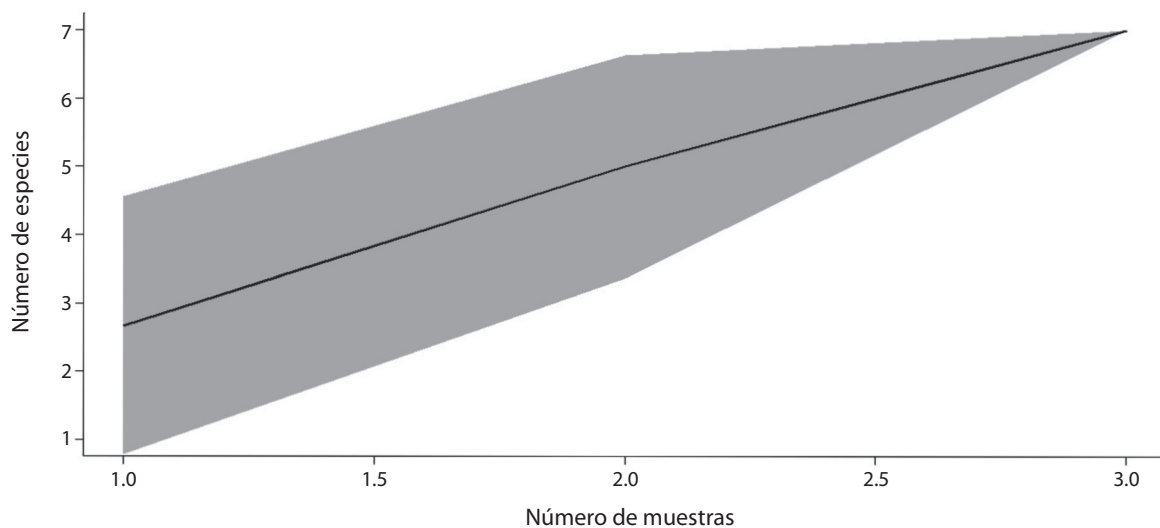


Fig. 2. Curva de acumulación de especies registradas para Fincas Piñas del Muelle.

de agujeros producto del consumo. Además en el lugar existen fuertes indicios de cacería, principalmente de *C. paca*, por parte de personas de pueblos cercanos a Bella Vista de Cutris (G. Salas, com. pers.), lo cual además es evidenciado con una zona de descanso para cazadores encontrada en el interior de una zona boscosa dentro de las piñeras. Además se determinó la presencia de una tropa de monos aulladores (*A. palliata*) aislados en un parche de bosque (M. Retamoza, com. pers.).

DISCUSIÓN

El efecto del tipo de cobertura que genera el cultivo de la piña podría explicar la composición de mamíferos encontrada. Por ello, el hecho de que las especies presentes sean consideradas bajo una categoría de preocupación menor (Cuadro 1), podría ser una evidencia de que el grado de alteración sobre el ecosistema únicamente permite la sobrevivencia de especies tolerantes a dichas condiciones. Por ejemplo, la presencia de especies como el mapache (*P. lotor*) y el zorro pelón (*D. marsupialis*), como lo mencionan Piedra y Maffei (2000), indican que estas especies con hábitos omnívoros son tolerantes a la presencia humana y se ven favorecidos por la facilidad con que consiguen el alimento en zonas alteradas.

La ausencia de mamíferos carnívoros en el muestreo, se debió posiblemente a que a los mamíferos de éste gremio presentan requerimientos específicos como una alta disponibilidad de presas, refugios y grandes áreas, además afectado por su tamaño corporal, bajas densidades, lentas tasas de crecimiento de la población y sumado a ello la potencial amenaza humana por la caza y persecución directa (Crooks, Burdett, Theobald, Rondinini & Boitani, 2011).

En Las trampas Sherman de gran uso a nivel mundial y con una capturabilidad de 6% (Carro et al., 2007), no se encontraron roedores u insectívoros posiblemente por la ausencia de los mismos durante el muestreo por la aplicación de rodenticidas. En piñeras del Caribe de Costa Rica es una práctica común aplicar rodenticidas tales como Difetialona y Brodifacum, para controlar las plagas que asedian el cultivo (Aguirre & Arboleda, 2008), debido a que las plagas de roedores se alimentan de tallo, corona, brotes y frutos maduros de la piña (Joomwong, 2007). Por lo cual, es probable este tipo de control de plagas en la zona de estudio. Otro factor es el uso de insecticidas para la protección de la piña hacia las plagas, lo cual según Schaubert, Edge y Wolff (1997), puede generar una reducción en los recursos alimenticios para los mamíferos insectívoros. La profunda eliminación de la cobertura puede ser otro factor determinante para el adecuado

mantenimiento de las poblaciones de roedores silvestres ya que muchos especies de este grupo son dependientes de la diversidad de material vegetal (Vaughan, Ryan & Czaplewski, 2013).

Las condiciones encontradas en el área de estudio para la diversidad de mamíferos es una consecuencia común en fragmentos de bosque, en los cuales se da un aumento en la cantidad de especies omnívoras a raíz de la ausencia de depredadores de gran tamaño (Bennett, 2004). Entre esas condiciones se pudo observar que la frecuencia de presas potenciales para carnívoros, posiblemente es un factor que limita la presencia de este tipo de mamíferos, Smith y Smith (2007), mencionan que la baja disponibilidad de las presas en un ecosistema es un regulador de las poblaciones del depredador.

A raíz de las condiciones de fragmentación, que genera el cultivo de la piña, esta actividad podría potenciar los efectos de las problemáticas más frecuentes para la vida silvestre, principalmente en procesos ecológicos como las relaciones depredador-presa (Bennett, 2004). Un claro ejemplo, es una especie clave como el tepezcuintle, que podría verse expuesto a la sobreexplotación por cacería, tal y como lo mencionan los habitantes de la zona (G. Salas, com. pers.), que por la proximidad a ambientes urbanos se facilita dicha actividad.

La fragmentación producida por el cultivo de piña aparte de producir pérdida de hábitat aumentando el umbral de extinción por sí sola, puede inducir a que las especies se vean confinadas en pequeños parches rodeados de sitios inhabitables y afectados por la influencia de borde al aumentar la cantidad de parches (Fahrig, 2003). Un ejemplo extremo de la fragmentación en el sitio de muestreo fue la tropa de monos aulladores aislada en uno de los fragmentos muestreados, su población se encuentra amenazada lo cual constituye una amenaza ya que según Arroyo-Rodríguez, Mandujano y Cuende-Fanton (2005) ésta especie es sensible tanto al tamaño, aislamiento y forma del fragmento como a la calidad de hábitat del mismo, esto último por la necesidad de árboles grandes que produzcan la suficiente cantidad de frutos y con ello asegurar la perduración de sus poblaciones.

El esfuerzo de muestreo no fue el necesario para conseguir la máxima riqueza de especies en el lugar, esto se ve reflejado con valores de riqueza de especies mayores a la cantidad encontrada y en la curva de acumulación de especies se observa un ascenso en la cantidad de especies sin alcanzar la asíntota. Dichos resultados se debieron a la falta de muestreo en más parches de vegetación, esto según lo propuesto por Bennett (2004) quien sugiere que en una zona en la cual existen hábitats separados por fragmentación, la conectividad puede ser alta para

algunos organismos, pero baja para otros con dificultad para desplazarse entre los sitios, por ello no fueron registradas más especies al encontrarse confinadas en sitios específicos que no fueron muestreados.

La evidencia de consumo de frutos encontrada, muestra la posible visitación de especies como el zorro de cuatro ojos (*P. opossum*), apoyado esto con las declaraciones de personas del lugar (G. Salas, com. pers.). Lo anterior coincide con Monge-Meza y Linares-Orozco (2010) quienes determinaron la presencia del zorro cuatro ojos por la observación de frutos dañados, pero aluden a que el daño que producen los zorros en los cultivos es muy bajo y consumen piñas en estados de madurez muy avanzados, por lo cual no significa un gran riesgo o ser considerado como plagas. Además explican que utilizan los monocultivos como parte de su hábitat por lo cual son visitadas en ciertas épocas del año.

Se logró concluir que la fragmentación producida por el cultivo de piña sumado a la fuerte presión por cacería podrían ser las causas de la disminución de poblaciones silvestres que se encuentran confinadas a sitios específicos debido a la baja conectividad con lo cual, aumenta el peligro de que las especies de mamíferos desaparezcan en zonas habituales de su distribución histórica.

Este estudio constituye un primer acercamiento sobre las deficiencias de información para el grupo de los mamíferos, cuando estos se ven expuestos a zonas con una fuerte influencia antropogénica, específicamente en el cultivo de la piña. Por lo cual, es necesario una mayor cantidad de trabajos enfocados en evaluar el efecto de los diferentes usos de suelo sobre la vida silvestre y la búsqueda de soluciones para solventar la falta de conectividad entre parches de bosque.

En el lugar estudiado la matriz la componen los cultivos de piña con pequeños bloques de bosque en el interior de las áreas cultivadas (Fig. 1), lo cual no permite el paso adecuado de muchas especies a través de ellos, debido a que la migración de organismos entre fragmentos está determinada por la calidad de la matriz sobre la cual debe pasar (Vandermeer, Perfecto, Philpott & Chappell, 2008), por ello se recomienda tener en cuenta la conexión de parches con franjas de vegetación que faciliten la movilización de especies.

Por otro lado, es de suma importancia considerar una mayor planificación y exigencia en los protocolos que guían los estudios de impacto ambiental para este cultivo, principalmente por el efecto que puede tener en el aislamiento y reducción de especies sensibles que permiten mantener en equilibrio los ecosistemas de la zona, esto por la ausencia de un adecuado abordaje de poblaciones de especies que puedan quedar aisladas al

realizar el cambio del uso del suelo ya que no se toma en cuenta la posibilidad de movilización.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la ayuda económica del Centro Científico Tropical (CCT) representado por Olivier Chassot, a Mónica Retamoza y Eduardo Carrillo del Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS) por el transporte, préstamo de las trampas y a Max León de Dole Fruit Fresh Intl. Ltd. por su apoyo durante el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Aguirre, D., & Arboleda, E. (2008). Impacto ambiental del cultivo de piña y características de éste (caso Siquirres). *Ambientico*, 177, 3-8.
- Aquino, R., Deyber, G., & Pezo, E. (2009). Aspectos ecológicos y sostenibilidad de la caza del majás (*Cuniculus paca*) en la cuenca del río Itaya, Amazonía peruana. *Revista peruana de biología*, 16, 67-72.
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. A. C., Xalapa, México: Instituto de Ecología.
- Aravena, J. (2005). *La expansión Piñera en costa rica. La realidad de los perdedores de la agroindustria exportadora de la piña*. San José, Costa Rica: COECOceiba.
- Arroyo-Rodríguez, V., Mandujano, S., & Cuende-Fanton, C. (2005). Ocupación de parches de selva por monos aulladores *Alouatta palliata mexicana* en tres paisajes con diferente grado de fragmentación en los Tuxtlas, México. *Universidad y Ciencia, Número especial*, 23-34.
- Bach, O. (2011). *Agricultura, agroforestería y cambio climático*. (Decimoséptimo informe). San José, Costa Rica: Estado de la nación.
- Bennett, A. (2004). *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. San José, Costa Rica: UICN.
- Carro, F., Pérez-Aranda, D., Lamosa, A., Schmalenberger, H., Pardavila, X., Gegundez, M., & Soriquer, R. (2007). Eficiencia de tres tipos de trampas para la captura de micromamíferos. *Galemys, Número especial*, 73-81.
- Cove, M. (2011). *Occupancy modeling of medium and large mammal diversity in a Central American Biological Corridor*. (Tesis inédita de Maestría). University of Central Missouri, Missouri, U.S.A.
- Crooks, K., Burdett, C., Theobald, D., Rondinini, C., & Boitani, L. (2011). Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 366, 2642-2651.

- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 34, 487-515.
- Finegan, B., & Bouroncle, C. (2008). Patrones de fragmentación de los bosques de tierras bajas, su impacto en las comunidades y especies vegetales y propuestas para su mitigación. En A. Harvey, & J. Sáenz, (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 139-178). Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).
- Guzmán-Ienis, A., & Camargo-Sanabria, A. (2004). Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 9, 11-22.
- Hermes, M., Morales, A., Bustamante, A., & Castro, M. (2006). Riqueza y distribución de mamíferos medianos y grandes en San Lucas. *Ambientico*, 158, 12-16.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Laurance, W., Lovejoy, T., Vasconcelos, H., Bruna, E., Didham, R., Stouffer, P., Gascon, C., Bierregaard, R., Laurance, S., & Sampaio, E. (2002). Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology*, 16(3), 605-618.
- Monge-Meza, J., & Linares-Orozco, J. (2010). Presencia del zorro de cuatro ojos (*Philander opossum*) en el cultivo de piña (*Ananas comusus*). *Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 343-347.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Numa, C., Verdú, J. R., & Sánchez-Palomino, P. (2005). Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biological Conservation*, 122, 151-158.
- Pacheco, J., Ceballos, G., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Suzán, G., Rodríguez-Herrera, B., & Marcé, E. (2006). Diversidad, historia natural y conservación de los mamíferos de San Vito de Coto Brus, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54, 219-40.
- Piedra, L., & Maffei, L. (2000). Efecto de las actividades humanas sobre la diversidad de mamíferos terrestres en un gradiente altitudinal. *Revista de Biología Tropical*, 48, 263-264.
- Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). *La Industria de la Piña en Costa Rica*. Análisis de Sostenibilidad. San José, Costa Rica: Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible.
- Joomwong, A. (2007). Rodents and their damages to pineapple plantation in Lampang province. *KMITL Sci.J.*, 7, 32-36.
- Reid, F. A. (2009). *A field guide to the mammals of Central America & southeast Mexico*. Oxford, U. K.: Oxford University Press.
- Rodríguez, H. B., Chinchilla, F. A., & May-Collado, L. (2002). Lista de especies, endemismo y conservación de los mamíferos de Costa Rica. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 6, 21-57.
- Salazar, O. (2008). Plantaciones de piña en Costa Rica contra la sostenibilidad ecológica y social. *Ambientico*, 177, 13-14.
- Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P., & Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia*, 26, 291-309.
- Sanchún, A., & Miranda, J. (2011). *Inventario de mamíferos. Finca Piñas de Muelle*. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica: Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central.
- Schauber, E., Edge, D., & Wolff, J. (1997). Insecticide Effects on Small Mammals: Influence of Vegetation Structure and Diet. *Ecological Applications*, 7, 143-157.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología*. Madrid, España: Pearson-Addison Wesley.
- Sullivan, T. P., & Sullivan, D. S. (2006). Plant and small mammal diversity in orchard versus non-crop habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 116, 235-243.
- Timm, R. M., La Val, R. K., & Rodríguez-H, B. (1999). Clave de campo para los murciélagos de Costa Rica. *Brenesia*, 52, 1-32.
- UICN. (2013). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de www.iucnredlist.org
- Vandermeer, J., Perfecto, I., Philpott, S., & Chappell, J. (2008). Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. En A. Harvey, & J. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 75-104). Santo Domingo, Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Vargas, G. (1992). Las Formaciones Vegetales de Costa Rica: un Estudio Ecológico Regional. *Revista geográfica*, 116, 113-136.
- Vaughan, T., Ryan, J., & Czaplewski, N. (2013). *Mammalogy* (6th ed.). Jones & Barlett Learning. Estados Unidos.

