El Colegio de la Frontera Sur

Uso de corredores arbóreos por monos en un paisaje fragmentado de la Selva Lacandona, Chiapas.

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Luz Dalila Rescalvo Luna

2013

Agradecimientos

A mi familia, por el apoyo que he recibido de su parte y sus buenos deseos. A mis hermanos y en especial a mi mamá quién fue mi mayor apoyo durante la realización de la maestría.

A mi comité tutorial conformado por el Dr. Eduardo Naranjo por todo su tiempo invertido para orientarme durante mi formación académica. Especialmente por haberme compartido su conocimiento y experiencia en conservación de la fauna silvestre. A la Dra. Paula Enríquez por sus reflexiones alrededor de la tesis y el haber puesto mucho interés en cada revisión del escrito. Al Dr. Darío Navarrete Gutiérrez por todas les revisiones a versiones previas de la tesis, por su asesoría en Sistemas de Información Geográfica, así como la literatura que me proporciono.

A Nataline Tayler quién contribuyo en una parte muy importante de mi tesis. Colaboro con el muestreo de vegetación y en la identificación de especies arbóreas.

A la Dra. Anna Horváth, Dr. Ivar Vleut y M. en C. David Muñoz por las revisiones al escrito y la literatura científica que me brindaron. Sus críticas fueron de gran relevancia en la etapa final de la tesis.

A David Uribe por haber leído mi tesis y aportar aspectos importantes, así como sus consejos para la presentación del examen.

A Celina Solis, por su disposición a escuchar los ensayos de las presentaciones para los exámenes.

A Lorena por su asesoría en estadística en momentos muy importantes durante la etapa final de la tesis.

A Isolina, por su ayuda con la revisión de la literatura citada y por desearme siempre lo mejor durante este proceso.

A Luz, por su ayuda con material de campo en momentos muy importantes.

Arturo Luna por su ayuda con la redacción de la literatura citada y con equipo de computo.

A Sarai por haberme permitido compartir con ella el departamento en San Cristóbal, mientras cursamos el posgrado en el último año. Así como por todas sus atenciones durante ese tiempo.

Avril Figueroa, quién colaboro con el muestreo de vegetación y me brindo literatura importante que me fue de utilidad para la tesis.

A José Raúl Vázquez por su asistencia técnica con los Sistemas de Información Geográfica para el mejoramiento de las figuras incluidas en el presente escrito.

A Rubén Jiménez y a Ana Rodríguez por todas sus atenciones durante mi estancia en la Selva Lacandona, y por toda la confianza que me brindaron en su casa.

A todos los habitantes de los ejidos Playón de la Gloria y Flor del Marques, por la información que me brindaron de los monos aulladores y la fauna de la Selva Lacandona. Así como a las autoridades por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. A los propietarios de los terrenos donde hice observaciones de los monos aulladores les agradezco la confianza que depositaron en mí para acceder a sus propiedades, así como su ayuda en muchos aspectos del trabajo de campo.

A Miguel Martínez Ico del Herbario de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal, le agradezco su orientación para identificar algunas especies arbóreas.

Al Dr. Alberto Anzures Dadda, por su aportación a la tesis.

A Gina del Mar Rodríguez por su valiosa ayuda en el muestreo de vegetación.

A Claudia Hernández, Aurora Bautista y Antonio Saldivar por la orientación en el proceso de los trámites de titulación. Sobre todo agradezco su amabilidad y paciencia.

A Milo, Mario y Nancy por su ayuda con la búsqueda de literatura científica durante la maestría. En especial agradezco su gentileza.

A Rodrigo Hernández, por su ayuda con las imágenes SPOT y algunos otros aspectos de la tesis.

Al Dr. Gilberto Pozo-Montuy, le agradezco que me haya proporcionado literatura científica muy difícil de conseguir, así como otros artículos interesantes sobre primates.

Al M. en C. Javier Valle, por su orientación en estadística y su disposición a escuchar mis dudas.

Al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por el financiamiento que me fue otorgado para mis estudios de posgrado. Y por supuesto muchas gracias a las personas que contribuyeron con sus impuestos para que mi beca fuera posible.

A El Colegio de la Frontera Sur por la oportunidad para realizar la Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.

Índice

Introducción…… 1

Los corredores biológicos como una estrategia de conservación para los monos aulladores en paisajes fragmentados……1

CAPÍTULO II…….. 5

Uso de corredores arbóreos por monos aulladores en un paisaje fragmentado de la Selva Lacandona, Chiapas……..5

Resumen……5

Palabras clave……6

Introducción……6

Materiales y métodos……8

Resultados……11

Discusión…….. 14

Agradecimientos……..17

Referencias…….. 18

Cuadros…… 23

Figuras……..29

CAPITULO III……...30

Conclusiones Generales……30

Literatura citada……...32

Anexos……..37

CAPÍTULO I

Introducción

Los corredores biológicos como una estrategia de conservación para los monos aulladores en paisajes fragmentados.

Actualmente el incremento de la fragmentación y pérdida de hábitats en los bosques tropicales son resultado principalmente de la deforestación (Thiele et al., 1994).Los países latinoamericanos con mayor superficie de bosques tropicales deforestados anualmente son Brasil con 2.3 millones de hectáreas y México con 631 mil hectáreas (FAO, 2007). En el sureste de México se encuentran los remanentes de selva tropical más importantes del país y se estima que entre 1978 y 2000 se perdieron más de 4.18 millones de hectáreas de cobertura forestal en esta región (Díaz-Gallegos et al., 2009).

El término fragmentación se utiliza para describir los cambios que se producen en un paisaje cuando se eliminan varios segmentos de vegetación y quedan numerosos segmentos más pequeños separados unos de otros en medio de una matriz diferente a la original (Andren, 1994). La fragmentación tiene tres componentes importantes; la pérdida de hábitat, reducción y aislamiento gradual de los fragmentos remanentes (Fahrig, 2003). Como resultado de estos cambios, se alteran los procesos ecológicos de los ecosistemas, lo que afecta la diversidad de las comunidades y a la abundancia poblacional de muchas especies nativas (Fahrig, 1998). En particular el aislamiento de los fragmentos limita la capacidad de algunos organismos de recolonizar hábitats potenciales, reemplazar poblaciones en declive o donde se han producido extinciones (Swart y Lawes, 1996). Ante esta situación se ha propuesto que los estudios de los patrones de movilidad de la fauna en poblaciones amenazadas por la fragmentación del hábitat (Bunn et al., 2000; Chetkiewicz et al., 2006), así como la información del análisis de conectividad del paisaje son esenciales para el desarrollo de estrategias de conservación, que tengan como objetivo reducir los efectos de la fragmentación del hábitat (Cook, 2002). Una estrategia de conservación a la que se le atribuyen varios beneficios para la fauna silvestre que vive en hábitats fragmentados son los corredores biológicos (Mech y Hallet 2001; Haddad y Baum, 1999; La Polla y Barrett, 1993).

La definición de corredor biológico advierte un carácter estructural y funcional (Rosenberg et al., 1997). Por ejemplo Hobbs (1992) define a un corredor como un elemento lineal de vegetación que difiere de la vegetación que lo rodea y conecta dos fragmentos. Esta es una definición en términos de su estructura y composición que considera a cualquier elemento del paisaje con estas características estructurales como un corredor (Rosenberg et al., 1997). Puth y Wilson (2001) además de considerar la estructura enfatizan la utilidad de los corredores y los definen como estructuras lineales a través de las cuales los individuos son capaces de desplazarse.

Rosenberg et al., (1997) proponen distinguir entre un corredor y un fragmento de hábitat desde un aspecto funcional, ellos definen a un corredor como un elemento del paisaje que facilita el movimiento de la fauna entre fragmentos, pero no necesariamente ofrece recursos para la reproducción. En cambio, un fragmento puede ser el hábitat de una especie cuando le ofrece los recursos necesarios para la supervivencia, la reproducción y el movimiento (Haddad, 2000). Estructuralmente un fragmento se distingue de un corredor por sus dimensiones, en este último prevalece la longitud sobre la anchura. Un fragmento puede adoptar varias formas y se compone de vegetación primaria, puede estar aislado en medio de la matriz o unido a otro fragmento a través de un corredor (Forman, 1995).

Respecto a la función de los corredores biológicos se considera que al permitir el desplazamiento de la fauna se facilita el intercambio genético entre poblaciones de animales, lo que contribuye a la supervivencia de las comunidades biológicas (Farigh y Merriam, 1994; Haddad, 2000) y en última instancia a la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos (Forman, 1995). Asociado al concepto de corredor se encuentra el de conectividad del paisaje (Noss, 1993), el cual se define como el grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento de los organismos entre fragmentos (Taylor et al., 1993). Un paisaje con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse sin obstáculos entre hábitats adecuados. Esto se antepone a un paisaje con baja conectividad donde los organismos se ven limitados en cuanto a su desplazamiento por hábitats seleccionados para cubrir sus necesidades (Bennett, 1998). Es importante considerar que un área puede proveer

conectividad alta para una especie, pero baja para otra (Robert et al., 2002). Por lo tanto, la conectividad provista por un paisaje debe estudiarse, de ser posible, a nivel de especie. Es aquí donde radica la importancia de la conectividad funcional, la cual es considerada como la habilidad de un individuo de desplazarse en el paisaje (Merriam, 1984) y está influenciada por las interacciones entre su comportamiento, su morfología (Bennett, 1998) y la estructura del paisaje (Merriam, 1984). La conectividad funcional también es considerada una respuesta de la capacidad de dispersión de la especie a la configuración espacial de los fragmentos (Johnson et al., 1992) y el efecto de la matriz (Ricketts, 2001).

La capacidad de dispersión varía entre los distintos grupos de organismos. Aquellos que tienen la capacidad de volar como aves, murciélagos e insectos voladores se desplazan a mayores distancias que organismos no voladores como pequeños mamíferos o insectos (Bennett, 1998). Estas diferencias en la capacidad de dispersión de los organismos sugieren que la funcionalidad de los corredores está determinada en gran medida por los requerimientos ecológicos de las especies (Harrison, 1992). Por ejemplo, Lindenmayer y Nix (1993) encontraron que la presencia de vertebrados de área de acción grandes fue mayor en los corredores de mayor amplitud que aquellos de menores dimensiones. En otro estudio se argumenta que los corredores amplios son evitados por mamíferos pequeños, debido a que tardan más tiempo en desplazares y corren un mayor riesgo de ser depredados (Andreassen et al., 1993). Sin embargo, no siempre existe una correspondencia entre áreas de acción y las dimensiones del corredor, ya que algunas especies animales son capaces de usar corredores de mayor superficie que su área de acción. Por otro lado, se argumenta que depredadores como lobos y osos requieren de hábitats adecuados y presas dentro del corredor para que estos sean efectivos (Harrison, 1992). No todos los organismos que se desplazan para acceder a recursos necesitan de corredores que faciliten sus desplazamientos, por ejemplo, especies que toleran hábitats perturbados o especies solitarias que se desplazan distancias cortas (Benett, 1998). En diversos estudios se ha sugerido que los corredores pueden ser muy útiles para los monos aulladores al facilitar su desplazamiento en paisajes fragmentados (Mandujano et al., 2006). Los corredores

podrían facilitar el desplazamiento de estos primates hacia otros sitios en búsqueda de pareja para reproducirse (Jones, 1995). Así como en la búsqueda de sitios que les ofrezcan alimento. (Estrada, 2012). Lo anterior es importante debido a que la mayoría de las especies de primates incluyendo al género *Alouatta* están consideradas en peligro de extinción. La causa principal de esta situación es la deforestación de los bosques que origina la fragmentación del paisaje (Oates, 1996).

En México se distribuyen tres especies de primates no humanos: *Alouatta pigra* o mono aullador negro, *Alouatta palliata* o mono aullador de manto; (Cortes-Ortiz et al., 2003) y *Ateles geofforyi* o mono araña (Estrada et al., 2006). Los primates tienen una importante función como dispersores de semillas de muchas especies de árboles, que permite la regeneración de los ecosistemas tropicales (Lambert y Garber, 1998). Estas son unas de las muchas razones por las cuales los estudios para su conservación son importantes (Estrada et al., 2006). Estas especies habitan principalmente en las selvas tropicales del sureste mexicano, tales como La Selva Lacandona, ubicada en el estado de Chiapas, México (Serio-Silva y Rico-Gray, 2000). Este ecosistema ha sido deforestado en gran parte de su extensión (De Jong et al., 1998) desde la década de los 70´s (Vásquez-Sánchez, 1992; SEMARNAP, 1995).

El objetivo del presente estudio se centró en la evaluación del uso de corredores biológicos por monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) en un paisaje fragmentado. Los sitios comprendieron los ejidos Flor del Marqués y Playón de la Gloria, ambos ubicados en la región de la Selva Lacandona, en el estado de Chiapas, México. Debido a que se ha relacionado la presencia de los monos aulladores con la disponibilidad de árboles que les ofrezcan alimento en un determinado sitio (Cristóbal-Azkarate et al., 2005) y al hecho de que prefieren utilizar los árboles de mayor altura (Stevenson et al., 2000; Arroyo et al., 2007) nuestra hipótesis propone que los monos aulladores utilizarán con mayor frecuencia los corredores arbóreos con los árboles más altos y con la mayor diversidad de especies arbóreas comestibles.

CAPÍTULO II

Uso de corredores arbóreos por monos aulladores en un paisaje fragmentado de la Selva Lacandona, Chiapas.

Dalila Rescalvo-Luna[1], Eduardo J. Naranjo[1*], Paula L. Enríquez[1], Darío Navarrete-Gutierrez[1] y Alberto Anzures-Dadda[†]

[1] El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, C.P. 29290. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Autor para correspondencia: enaranjo@ecosur.mx

Resumen

El uso de corredores biológicos ha sido relativamente poco estudiado en la mayoría de los grupos faunísticos y los primates neotropicales son un ejemplo de ello. En la Selva Lacandona de Chiapas, México, poblaciones de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) habitan fragmentos de selva aislados, lo que significa un factor de riesgo para su supervivencia a largo plazo. Por sus requerimientos de hábitat ligados a los árboles, estos primates podrían beneficiarse de la presencia de corredores que faciliten sus movimientos y dispersión. En este trabajo aportamos información sobre las características estructurales de cuatro corredores en comunidades adyacentes a la Reserva de la Biosfera Montes Azules, así como las actividades que los aulladores realizaron en estos corredores y los árboles de los cuales se alimentaron. El corredor utilizado un mayor número de veces por los aulladores para desplazarse entre fragmentos no fue el de mayor longitud y altura de los árboles, sino el de mayor diversidad (2.5) y diámetro (DAP) de árboles que forman parte de su dieta. Así como la estructura y composición de los fragmentos son variables relevantes en el uso de los corredores por estos primates, en el área de estudio es importante conservar dichos elementos del paisaje porque facilitan su desplazamiento y les proveen de recursos alimentarios.

Palabras clave: *Alouatta pigra*, mono aullador negro, corredor, fragmentación, México.

Introducción

Uno de los retos más importantes en conservación de la biodiversidad es reducir los efectos negativos de la fragmentación del hábitat (Soulé y Orians, 2001). Este fenómeno implica que un hábitat de gran extensión se divide en fragmentos de diversos tamaños formados por causas de origen natural o antrópico, aislados unos de otros por una matriz de composición variable (Andren, 1994). El aislamiento entre los fragmentos de hábitat limita el desplazamiento de los animales silvestres a través del paisaje (Taylor, 1993) lo que reduce su capacidad de colonizar ambientes nuevos limitándolos a vivir en fragmentos pequeños (Swart y Lawes, 1996).

Este aislamiento entre fragmentos también disminuye el intercambio genético entre las poblaciones, provocando un aumento de los niveles de endogamia (Soulé y Mills, 1998; Hedrick y Kalinowski, 2000). Tales condiciones podrían llevar a un declive a las poblaciones de animales y posteriormente a su extinción local (Saunders et al., 1991). Una estrategia de conservación para mitigar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat (Bennett, 1990; Saunders et al., 1991) son los corredores biológicos (Saunders et al., 1991; Puth y Wilson, 2001). Una de las funciones de los corredores es disminuir el aislamiento de las poblaciones animales (Gilbert-Norton et al., 2010). Se considera que al conectar fragmentos aislados, estos permiten que los individuos puedan desplazarse entre fragmentos a través de estas estructuras (Puth y Wilson, 2001) y acceder a hábitats adecuados (Haas, 1995). Ello incrementaría el intercambio genético (Aars e Ims 1999; Mech y Hallet, 2001) y contribuiría a la supervivencia de los organismos y la viabilidad de sus poblaciones (Mech y Hallet, 2001). Los corredores biológicos son fragmentos largos y angostos de vegetación que incluyen corredores riparios y cercas vivas. Los corredores riparios están normalmente formados por vegetación que permanece naturalmente a orilla de los ríos (Mech y Hallett, 2001), por su parte, las cercas vivas (Rosenberg et al., 1997) están formadas por árboles que rodean los cultivos o potreros (Harvey et al., 2005).

El uso de los corredores biológicos está determinado en gran medida por los requerimientos ecológicos de las especies (Haddad et al., 2003). Entre las especies con mayor potencial de ser beneficiadas por los corredores se encuentran aquellas que tienen mayores dificultades para atravesar la matriz (Haddad et al., 2000), como los primates arborícolas. Estos organismos necesitan de los árboles para desplazarse (Glander, 1975) y solo en situaciones extremas bajan al suelo (Estrada y Coates-Estrada, 1996). Además, atravesar la matriz de un paisaje fragmentado representa un riesgo, porque pueden ser atacados por depredadores (Candelero-Rueda y Pozo-Montuy, 2011; Pozo-Montuy et al., en prensa), cazados por los humanos, o adquirir enfermedades (Murphy y Lovett-Doust, 2004).

En la Selva Lacandona, estado de Chiapas, México, se distribuye *Alouatta pigra* o mono aullador negro. Debido a la fragmentación de selva fuera de las áreas protegidas de esta región, existen poblaciones de esta especie que habitan en fragmentos aislados (Estrada y García del Valle, 2004). Evidencia preliminar sugiere que la existencia de corredores que faciliten el desplazamiento de monos entre fragmentos puede ser crucial para su permanencia (Mandujano et al., 2006). En este sentido, un estudio reportó que poblaciones de primates arborícolas habitan de manera temporal o permanente en cercas vivas que pueden ser aprovechadas como sitios de forrajeo en algunos paisajes antrópicos de México, Guatemala y Costa Rica (Estrada et al., 2005). En Tabasco, México, se reportó que en una matriz de paisajes perturbados por actividades antrópicas, la abundancia de *A. pigra* parece ser favorecida por la existencia de corredores (Pozo-Montuy et al., 2011).

Pese a los beneficios potenciales de los corredores para mitigar los efectos de la fragmentación del hábitat sobre las poblaciones de primates en particular, los estudios sobre el análisis del desplazamiento de los monos a través de corredores en paisajes reales son limitados. De esta manera se carece de información como el grado en que los primates arborícolas se desplazan a través de los corredores, o cuáles de sus atributos estructurales (longitud y anchura, por ejemplo) favorecen o dificultan su uso por los monos. El objetivo general de este estudio fue determinar las características

de los corredores arbóreos utilizados por los aulladores para desplazarse entre fragmentos en un paisaje fragmentado de la Selva Lacandona. Específicamente, los objetivos se centraron en caracterizar a los corredores arbóreos en términos de su estructura (anchura, longitud y altura) y composición (abundancia de especies arbóreas comestibles por los aulladores), así como determinar la frecuencia con que estos son utilizados por los aulladores para desplazarse entre fragmentos de selva. Además, también nos propusimos analizar la influencia de las características estructurales de los corredores arbóreos sobre su uso por los monos.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en un paisaje fragmentado que comprende los ejidos de Playón de la Gloria y Flor del Marqués, pertenecientes al municipio de Marqués de Comillas dentro de la región de la Selva Lacandona, colindantes con la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA), en Chiapas, México (Figura 1). La altitud varía entre160 y 250 msnm. El clima es cálido húmedo Am (W) con lluvias en verano de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1992). La precipitación anual varía entre 2,500 y 3,500 mm y la media anual es de 2,850 mm, la temperatura media anual varía entre 24 y 26 ºC (INE, 2000). La demanda de tierras para la agricultura y pastizales para la ganadería extensiva se relacionan con la deforestación de la región. La vegetación del área de estudio se compone de fragmentos de selva alta perennifolia, cultivos de cacao, potreros y acahuales conformados de vegetación secundaria (Centro Geo y Natura Mexicana, 2010).

Cálculo de las métricas del paisaje de los corredores arbóreos

Para seleccionar los corredores preguntamos a los habitantes del área de estudio sobre la presencia de corredores arbóreos en el paisaje así como de su posible uso por los aulladores, de esta forma establecimos cuatro corredores (Figura 1). En el programa

ArcGis proyectamos las coordenadas geográficas de la ubicación de los corredores arbóreos y delimitamos los polígonos que enmarcaron los corredores y los fragmentos conectados. Calculamos las métricas del paisaje como área y perímetro de los fragmentos así como la distancia de los corredores a las comunidades humanas (Anexo 1) mediante la extensión patch analyst del programa ArcGIS 10.0 (ESRI 2006). La imagen que utilizamos para este procedimiento fue una SPOT multiespectral con una resolución espacial de 10 m que combinamos con otra imagen SPOT pancromática con una resolución de 2.5 m. Para este fin hicimos un mejoramiento espacial de la imagen espectral, utilizando una combinación de resolución entre las dos imágenes SPOT, con el software Erdas Imagine 9.0 ©. El resultado de este procedimiento nos permitió obtener una imagen con una resolución espacial de un metro.

El área, el perímetro, y la longitud en metros lineales de los corredores los obtuvimos en campo con un GPS Garmin Etrex Legend. Calculamos el ancho promedio de los corredores mediante la medición (con un flexometro) de 5 líneas verticales al eje longitudinal del corredor distribuidas regularmente (Muench, 2006). Obtuvimos el índice de forma de los corredores y fragmentos con la fórmula F= p/2 √¶a, donde F=forma del elemento del paisaje, p=perímetro, y a=área, los valores del índice varían desde 1 para una forma circular hasta 5 para una forma altamente irregular (Forman, 1995). La relación área-perímetro la obtuvimos al dividir el área del fragmento o corredor entre el perímetro .Mientras menor sea la relación área-perímetro mayor es la superficie de borde (Soulé y Gilpin 1991).

Observación de las actividades de los monos aulladores en los corredores.

Durante siete meses (febrero-septiembre 2012) realizamos muestreos de campo en los corredores y fragmentos conectados identificados en el área de estudio. Ubicamos una tropa de aulladores ya sea en los corredores o en su caso en alguno de los fragmentos conectados. La composición de las tropas nos ayudó a no confundirlas con otras tropas. Realizamos observaciones de la conducta de estos primates en un horario promedio de 6:30 a 17:30 h. Las observaciones consistieron en muestras focales de 10 minutos

(Altman, 1974) de los individuos en cada tropa. Registramos cuatro categorías conductuales: descanso, alimentación, interacciones sociales y desplazamiento. Además registramos el número de veces que (número de veces durante un día de observación) las tropas utilizaron los corredores para desplazarse entre los fragmentos. Cuando la conducta fue de alimentación medimos el tiempo dedicado a cada parte vegetal consumida (hojas, frutos y flores) y en el caso de las hojas y los frutos registramos su estado de madurez (maduro e inmaduro). Los árboles usados como alimento por los monos fueron etiquetados numéricamente. Adicionalmente, identificamos la especie o el género a los que pertenecía cada árbol.

Muestreo de árboles en los corredores y en los fragmentos.

Para caracterizar y obtener la diversidad de árboles en cada corredor establecimos parcelas de 8 x 10 m cada 20 metros en el centro de toda la longitud del corredor. En cada parcela medimos el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles, registramos aquellos que tuvieron un DAP mayor a 14 cm y estimamos su altura. Para el caso de los fragmentos establecimos parcelas (de 8 x 10 m cada 20 m) del borde hacia el interior de cada fragmento a lo largo de un transecto. En cada parcela establecida medimos el DAP y la altura de los árboles mediante el mismo procedimiento que en los corredores. Algunos árboles se identificaron a nivel de especie y otros a nivel de género. Estimamos la diversidad y la abundancia promedio de especies arbóreas que forman parte de la dieta de los aulladores encontradas en los corredores y en los fragmentos. La diversidad la calculamos con el índices Alpha de Fisher (α) mediante el programa Species Diversity and Richness III (Pisces Conservation Ltd, 2002).Valores bajos del índice Alpha de Fisher indican una diversidad baja y adopta valores superiores conforme la diversidad es mayor (Condit et al., 1996).

Análisis estadístico.

Realizamos un análisis de correlación entre algunas variables de los corredores con las actividades (descanso, alimentación, interacciones sociales y desplazamiento) de los

aulladores. Las variables de los corredores fueron relación área-perímetro, longitud, anchura, Índice de forma de los corredores y distancia a los asentamientos humanos más cercanos. Así como el DAP de los árboles, abundancia y diversidad de arboles que forman parte de la dieta de los aulladores. Para las correlaciones usamos el coeficiente de Spearman dado que son muestras pequeñas. Realizamos la prueba no paramétrica de KrusKal-Wallis (intervalo de confianza del 95%) para determinar si existía diferencia entre corredores en cuanto al DAP y la altura de los arboles. El programa estadístico utilizado fue STATISTICA 7 (StatSoft, 2004).

Resultados

Tropas de monos aulladores

Identificamos un total de cuatro tropas de monos aulladores. El número de individuos por cada tropa varió de 5 a 8 integrantes. La composición de cada una de las tropas presentó de una a dos hembras y machos adultos. Y cada una de las tropas presentó individuos juveniles e infantes (Cuadro 1).

Estructura de los corredores

Estudiamos un total de cuatro corredores (C1, C2, C3 y C4). De los cuales el C2 fue una cerca viva y los corredores C1, C3 y C4 fueron riparios (Figura 1). La longitud de los corredores fue variable, registramos valores desde los 70 m (C4) hasta los 421 m (C1). La anchura también es diferente entre corredores, la anchura promedio mínima fue de 8 m (C2) y la máxima de 32.5 (C3). La altura promedio mínima fue de 15.1 (C2) y la máxima de 29 (C4) (Cuadro 2). De acuerdo al índice de diversidad Alfa de Fisher el C3 es el más diverso (12.0) en arboles que forman parte de la dieta de los aulladores (Cuadro 2). Encontramos diferencias entre los corredores con respecto a la altura de los arboles ($p<0.01$) El DAP entre corredores fue similar valor ($p>0.05$).

Características de los fragmentos y la matriz

Estudiamos un total de siete fragmentos (F1, Continuo, F3, F4, F5, F6 y F7) conectados por los cuatro corredores. En el fragmento F1 se encuentran plantaciones de cacao las que mantienen un sistema de sombra compuesto de varias especies de árboles nativos. Dentro de este fragmento en dirección este-oeste cercano a los 340 m desde donde inicia el C1 (el C1 inicia donde conecta con el continuo) existen plantaciones de cacao abandonadas. En estas plantaciones existen acahuales y algunos árboles muertos que conectan con el continuo. Lo anterior podría dificultar el desplazamiento de los aulladores, por lo que lo consideramos como un fragmento aislado como se muestra en el mapa (Figura 1).

El fragmento de mayor área fue el Continuo con 15751923.8 m^2 (1575.19 ha). Los árboles con la mayor altura promedio (28.3 m) los registramos en el F5 (Cuadro 2). En el Continuo registramos la mayor diversidad de árboles (11.4) que forman parte de la dieta de los aulladores (Cuadro 2), así como la mayor relación área-perímetro (70.3). Algunos elementos de la matriz del paisaje estudiado fueron los pastizales para el pastoreo de ganado bovino, carreteras y terrenos destinados a la agricultura. El corredor más alejado a un asentamiento humano fue el C3, que se encontró a una distancia de 2467.5 m lineales de la Comunidad Flor del Márques (Anexo 1).

Uso de los corredores por los monos aulladores

A excepción del C1, todos los corredores fueron usados por los aulladores. En el C3 los aulladores realizaron cuatro actividades; descanso, alimentación, interacciones sociales y desplazamiento, en ese orden de importancias (Cuadro 3). Los árboles de los que se alimentaron en este corredor fueron *Brosimum alicastrum*, *Ampelocera hottlei, Cojoba arbórea*, *Ficus* sp. y *Spondias mombin*. En el C2 los aulladores dedicaron más tiempo al desplazamiento, seguido de la alimentación y las interacciones sociales, pero no se registró que lo usaran para descansar. En este corredor los aulladores se alimentaron de *Cecropia obtusifolia*, *Cordia alliodora* así como *Inga jinicuil* (Cuadro 4). Las partes arbóreas consumidas en ambos corredores fueron las hojas jóvenes y los frutos

maduros. A diferencia de los corredores C2 y C3, en el C4 la única actividad de los aulladores que registramos fue el desplazamiento.

El número de veces que los aulladores utilizaron los corredores para trasladarse entre fragmentos varió entre corredores. El C3 fue usado 9 veces para este propósito, el C2 cuatro veces y el C4 fue usado 3 veces. Encontramos correlación entre las actividades que los aulladores realizan en los corredores con algunas variables de los corredores. Estas variables fueron abundancia promedio de especies arbóreas (importantes en la dieta de los aulladores), distancia de los corredores a las comunidades y relación área-perímetro. Sin embargo no encontramos correlación entre el desplazamiento y la relación área-perímetro (cuadro 5).

.

Uso de los fragmentos por monos aulladores

Prácticamente en cada uno de los fragmentos las cuatro tropas de aulladores dedicaron más tiempo al descanso, seguido de la alimentación, las interacciones sociales y al desplazamiento (Cuadro 3). A excepción del fragmento F3 donde los aulladores dedicaron más tiempo a la alimentación. Algunas de las especies arbóreas de las que se alimentaron los monos aulladores en todos los fragmentos fueron *Brosimum alicastrum*, *Cecropia obtusifolia*, *Dialium guianense* y *Spondias mombin* (Cuadro 5). Las partes vegetales que ingirieron los monos en los fragmentos fueron las hojas jóvenes, e inmaduras, los retoños, las flores y los frutos maduros. De manera general los monos aulladores permanecieron más tiempo en los fragmentos de mayor área conectados por los corredores. Permanecieron el 54.7% en los fragmentos grandes (Continuo, F4 y F5), el 1.3% en los corredores y 43.8% en los fragmentos de menor dimensión (F1, F3, F6 y F7).

Discusión

Los resultados muestran que de los cuatro corredores estudiados, el C3 fue utilizado con mayor frecuencia por los aulladores para desplazarse entre fragmentos. Este corredor fue el más diverso en árboles (2.5) que forman parte de la dieta de los aulladores. La relación área-perímetro es uno de los atributos que determina la funcionalidad de los corredores (Soule y Gilpin, 1991). Mientras mayor sea esta relación (McGarigal et al., 2002) mayor es la funcionalidad de los corredores (Soule y Gilpin, 1991). Sin embargo en este estudio la relación área-perímetro no fue una variable correlacionada ($r= 0.40$ $p>0-05$) con el desplazamiento de los aulladores. La distancia de los corredores a las comunidades humanas influyo sobre el desplazamiento de los aulladores en los corredores ($r= 0.60$ $p<0.05$). Después del C2, el C3 fue el más alejado a los asentamientos humanos (2467.5). La cercanía de las poblaciones de monos a las comunidades humanas es importante porque a medida que los fragmentos se alejan de los asentamientos humanos su ocupación por monos aulladores incrementa en comparación con fragmentos de mayor tamaño pero más cercanos a esto asentamientos (Arroyo-Rodríguez et al., 2008).

Los aulladores utilizaron en cuatro ocasiones el C2 para desplazarse entre los fragmentos, pero no registramos que fuera usado para descansar. Es posible que su relación área-perímetro haya limitado su uso por los monos. Lo anterior debido a que los fragmentos alargados y delgados proporcionalmente tienen mayor superficie de borde que aquellos que tienen formas redondeadas (McGarigal et al., 2002). La altura promedio (15.1 m) de los árboles del C2 (que es una cerca viva en relación a los otros corredores como riparios) fue menor en comparación con los demás corredores. Pese a que los aulladores utilizan preferentemente el estrato más alto de la Selva, que alcanza los 40 m de altura (Sarukhán, 1968). Los resultados de este estudio sugieren que la altura no fue una variable determinante en el uso de los corredores. Para ninguna de sus actividades incluyendo el desplazamiento ($r=0.00$ $p>0.05$).

Existen algunos estudios que también han reportado el uso de cercas vivas por monos como corredores para desplazarse entre fragmentos. Carretero (2010) encontró que durante 12 días los monos *Alouatta seniculus* usaron cercas vivas como

corredores y como parte de su área vital en Colombia. La altura de los árboles que conformaban las cercas vivas en dicho estudio fue de 10 a 15.1m, similar a la altura de los árboles del C2 en este estudio. La selección de distintas coberturas de vegetación por seis tropas de monos aulladores se ha descrito en Costa Rica, en donde las cercas vivas fueron utilizadas como corredores así como los potreros arbolados, los bosques secundarios, y los bosques riparios (Rosales-Meda, 2002). El uso de las cercas vivas es principalmente debido al consumo de recursos alimenticios que no se encuentran en los fragmentos. En este estudio por el contrario, todas las especies de árboles de las cuales se alimentaron los aulladores en los corredores también se encontraban en los fragmentos que conectaban.

Los aulladores se desplazaron en el C4 en tres ocasiones, esta actividad fue la única registrada en este corredor durante el estudio. El C4 presentó la menor abundancia de árboles que ofrecen alimento a los primates. Lo que sugiere que esta condición limito las actividades de los aulladores incluyendo el desplazamiento. Lo anterior se refuerza con la relación positiva ($p<0.05$) encontrada entre el tiempo que dedican los aulladores a todas sus actividades con la abundancia de árboles que forman parte de su dieta. Cabe destacar que en diversos estudios se ha relacionado positivamente la presencia de los primates con la abundancia de árboles que les ofrezcan alimento (Arroyo-Rodríguez y Mandujano, 2003; Cristóbal-Azkarate et al., 2005).

Además de ser uno de los corredores más cercanos a las comunidades humanas. Posiblemente el no registrar uso del corredor 1 por los aulladores sea por la falta de continuidad en el dosel que es interrumpida por acahuales. Si los organismos que utilizan los corredores exclusivamente para viajar entre los parches adecuados para sus actividades, las probabilidades se reducen si perciben que las condiciones dentro del corredor son inadecuadas (Danchin et al., 2001; Stamps, 2001). En comparación con los demás fragmentos conectados por los corredores, el fragmento F1 fue el de menor abundancia en recursos alimenticios para los aulladores. Los recursos alimenticios en un hábitat son importantes, porque diseñar corredores que conecten hábitats adecuados que proporcionen alimento en el corto alcance permitirá que estos

sean efectivos (Lima y Zollner, 1996). Lo anterior es apoyado con las relación positiva existente entre el tiempo total de permanencia de los aulladores en los corredores y fragmentos y el tiempo de alimentación con la abundancia de recursos alimenticios. ($r=0.063$ $p<0.05$) Por otro lado, los corredores 2 y 3 fueron utilizados por los aulladores no solo para desplazarse sino en algunos casos también para alimentarse, descansar e interactuar socialmente. Esto sugiere que durante los procesos de desplazamiento de la fauna, los corredores deben proporcionar recursos de alimento y descanso a los individuos en movimiento (Chetkiewicz et al., 2006,).

Rosenberg (1997) propone diferenciar un fragmento que funciona como corredor de un fragmento que funciona como hábitat. Por ejemplo un fragmento puede ser el hábitat de una especie si en él encuentra los recursos necesarios para su sobrevivencia y reproducción que le permitan completar su ciclo de vida. Y un fragmento es utilizado como corredor si solo ofrece algunos de los recursos necesarios del ciclo de vida del organismo que lo utiliza. En el C3 los aulladores realizaron las cuatro actividades básicas que fueron descanso, alimentación, desplazamiento e interacciones sociales. Sin embargo, la información de este estudio sugiere que el C3 fue percibido como un corredor y no como hábitat. Un aspecto importante en el ciclo de vida de los aulladores es la búsqueda de nuevos individuos para reproducirse, y el C3 fue capaz de sostener a una sola tropa con ocho individuos. Sin embargo, se necesitan estudios más amplios para evaluar si en algún momento el C3 puede funcionar como hábitat para los aulladores y sostener un mayor número de tropas.

Las cuatro tropas de aulladores permanecieron más tiempo en los fragmentos de mayor área (fragmentos conectados por los corredores) como ha sido reportado anteriormente (Mandujano y Estrada, 2005; Arroyo-Rodríguez, 2007).En paisajes fragmentados se espera que la calidad de hábitat de los aulladores sea mejor en los fragmentos de mayor área (Hanski, 2002). Sin embargo, son necesarios estudios adicionales para hacer conclusiones más sólidas sobre la calidad de hábitat de los fragmentos de mayor superficie en el paisaje estudiado. Evaluaciones de componentes relacionados con el éxito reproductivo y de supervivencia de los primates.

Existen diversos factores que motivarán a los organismos a moverse o desplazarse hacia otros sitios para acceder a los recursos como son la búsqueda de alimento, evitar depredadores, y mejores condiciones para sobrevivir (Ims, 1995; Bennett, 1999, Chetkiewicz, et al., 2006). Los resultados del presente estudio sugieren que los aulladores se desplazaron a través de tres de los cuatro corredores para acceder a recursos que les sirvieron principalmente de alimento y descanso en los fragmentos de menor área. En este estudio, encontramos que los corredores más utilizados por los aulladores para el desplazamiento fueron los de mayor abundancia en recursos alimenticios y los más alejados de las comunidades humanas. La hipótesis sostuvo que los corredores utilizados con mayor frecuencia por los aulladores serian aquellos con los árboles más altos y de mayor diversidad en árboles que les ofrecieran alimento. Por lo tanto fue parcialmente aceptada, debido a que el corredor más usado por los aulladores (C3) para desplazarse entre fragmentos no fue el formado por los arboles más altos, pero sí el más diverso en árboles que utilizan para alimentarse.

Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) por una beca otorgada para estudios de posgrado a DRL, así como el apoyo facilitado a través del proyecto “Abundancia y uso de fauna silvestre en la Selva Lacandona, Chiapas” (Fondo Ciencia Básica 105896). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) aportó apoyo logístico, Nathaline Taylor ayudó en la identificación de las especies arbóreas. Anna Horvath, David Muñoz e Ivar Velut revisaron versiones previas del manuscrito. Gilberto Pozo-Montuy, Miguel Martínez Icó, José Raúl Vázquez, Avril Figueroa, Rubén Jiménez, Ana Rodríguez y los pobladores de los ejidos Playón de la Gloria y Flor del Marqués colaboraron de distintas maneras durante la realización de este estudio.

Referencias

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour, 49: 227-267.

Aars, J. e Ims, A. 1999. The effect of habitat corridors on rates of transfer and interbreeding between vole demes. *Ecology* , 80:1648–1655.

Arroyo-Rodríguez, V. y Mandujano, S. 2003. Comparación de la estructura vegetal entre fragmentos desocupados y ocupados por *Alouatta palliata mexicana* en el sureste de México. *Neotropical Primates*, 11: 170-173.

Arroyo-Rodríguez, V. 2007. Calidad de hábitat y distribución de monos aulladores en tres paisajes fragmentados, en los Tuxtlas, Veracruz. Tesis doctoral. Instituto de Ecología, A, C.

Bennett, A. F. 1990. *Habitat corridors: their role in wildlife management and conservation*. Department of Conservation and Environment, Melbourne, Victoria. Press.
Bennett, A. F. 1999. Linkages in the Landscape: *The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge. Press.

Centro Geo y Natura Mexicana. 2010. Fascículo Informativo Ejidal. Ejido Playón de la Gloria. Municipio Marqués de Comillas, Chiapas, México.

Condit, R.; S. P. Hubbell, J. V. Lafrankie, R. Sukumar, N. Manokaran, R. B. Foster y P. S. Ashton. 1996: Species-area y species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. *Journal of Ecology*, 84: 549-562.

Cristóbal-Azkarate, J., Vea, J., Asensio, N. y Rodríguez-Luna, E. 2005. Biogeographical and floristic predictors of the presence and abundance of mantled howllers (*Alouatta palliata mexicana*) in rain forest at Los Tuxtlas, México. *American Journal of Primatology*, 67: 209-222.

Candelero-Rueda, R. y Pozo-Montuy, G. 2011. Mortalidad de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) en paisajes altamente fragmentados de Balancán, Tabasco. En

Gamma, L., Pozo-Montuy, G., Contreras-Sánchez, W. y Arriaga, S, ed. Perspectivas en primatologia de México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Colección Rivirosa, México.

Carretero, X. 2010. Uso de cercas vivas como corredores biológicos por primates en los Llanos orientales. En Bengoa, V. P., Bueno, M. L., y Montoya, F.N, ed. 2010. *Primatologia en Colombia: avances al principio del milenio*. Fundación Universitaria San Martin, pp.91-97.

Chetkiewicz, C. L. B., St. Clair, C. C. y Boyce, M. S. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 317-342.

Danchin, E., Heg, D; Doligez, B. 2002. Public information and breeding habitat selec- tion. En Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A. y Nichols, D, ed. 2001. *Dispersal*. London: Oxford Univ. Press.

ESRI (Enviromental Systems Research Institute). 2006. ArcGIS 10.0. New York, USA.
ESRI (Enviromental Systems Research Institute). 2006. ArcGIS 10.0. New York, USA.
Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas. *International Journal of Primatology*, 5: 759-783.

Estrada, A. y García del Valle, Y. 2004. A survey of Black Howler (*Alouatta pigra*) and Spider (*Ateles geoffroyi*) Monkey along the Río Lacantún, Chiapas, México. *Neotropical Primates*, 12: 70-75.

Estrada, A., Harvey, C., Sáenz, J., Muñoz, D., Naranjo, E. y Rosales, M. 2005. “Primates in agroecosystems: conservation value of some agricultural practices in Mesoamerica landscapes” en Estrada, A., Garber, P., Pavelka, M. y Luecke, L, ed. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology and behavior*. Kluwer/Springer Press. New York.

Forman, R. T. 1995. Land Mosaics: The ecology of Landscape and Regions. Cambridge University Press. New York.

Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, R. y Beard, H. 2010. A meta-analytic review of corridor effectiveness. *Conservation Biology*, 24(3): 660-668.

Glander, K. F. 1975. Habitat description and resource utilization: A preliminary report on mantled howling monkey ecology. En: Tuttle, R, ed. *Socioecology and psychology of primates* Mouton, The Hague. Press.

Haas, A. 1995. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on and agricultural landscape. *Conservation Biology*, 9: 845-854.

Hanski, I. 2002. *Metapopulations of animals in highly fragmented landscapes and population viability analysis. Population Viability Analysis*. University of Chicago Press.

Harvey, C. A., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M. y Sinclair, F. L. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, ecosystems and environment*, 111(1): 200-230.

Hedrick, W. y Kalinowski, S. T. 2000. Inbreeding depression in conservation biology. *Annual Review of ecology and Systematics*, 31: 139-162.

Ims, A.1995. Movement patterns related to spatial structures. En Hansson L, Fahrig L., Merriam G, ed. 1995. *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. London: Chapman & Hall.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. México, D.F.

Lima, L., Zollner, A. 1996. Towards a behavioral ecology of ecological landscapes, seed dispersal. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 31-35.

Mandujano, S. y Estrada A. 2005. Detección de umbrales de área y distancia de aislamiento para la ocupación de fragmentos de selva por monos aulladores, *Alouatta palliata,* en los Tuxtlas, México. *Universidad y Ciencia*. Número especial II: 11-21.

Mandujano, S., Escobedo-Morales, A., Palacios-Silva, R., Arroyo-Rodríguez, V. y Rodríguez-Toledo, M. 2006. A metapopulation approach to conserving the howler monkey in a highly fragmented landscape in Los Tuxtlas, Mexico. En Estrada, A., Garber, P., Pavelka, M. y Luecke, L. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates,* Springer US, pp. 513-538.

McGarigal, K., Cushman, A., Neel, C y Ene, E. 2002. Fragstats: spatial pattern analyst program for categorical maps. Universidad de Massachussets, Amherst. Disponible en: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. [Accesado en abril de 2013].

Mech, G. y Hallett, J. 2001. Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach. *Conservation Biology***,** 15(2): 467-474.

Muench, C. E. 2006. Corredores de vegetación y conectividad de hábitat para el tapir (*Tapirus bairdii*) en la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Murphy, T. y Lovett-Doust, J. 2004. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? *Oikos*, 105(1): 3-14.

Pisces Conservation Ltd. 2002. Species Diversity and Richness III. Maryland, US

Pozo-Montuy, J., Serio-Silva, J.C. y Bonilla-Sánchez, Y. M. 2011. Influence of the landscape matrix on the abundance primates in fragmented landscapes. *Primates*. 52: 139-147.

StatSoft. 2004. Statistica 7. USA.

Soule, M. E y Gilpin, M. E. 1991. The theory of wildlife corridor capability. En: Saunders, D. A. y Hobbs, R. J.1991. *Nature conservation 2*: *The role of corridors*. Surrey Beatty & Sons. Australia. pp.3-8.

Cuadros

Cuadro 1**.** Estructura poblacional de las tropas estudiadas (por cada sitio se estudio una tropa) en los corredores ubicados en los ejidos Playón de la Gloria y Flor del Marqués en la Selva Lacandona, Chiapas.

Sitio	Hembras adultas	Hembras Jóvenes	Hembras infantes	Machos Adultos	Machos Jóvenes	Machos infantes	Total
C1	2	0	0	1	1	1	5
C2	1	0	1	1	1	0	4
C3	2	1	2	2	0	0	7
C4	1	2	2	1	2	0	8
Total	5	3	5	5	4	1	24

Cuadro 2. Media de las variables (Media de DAP y altura) en los corredores (C1-C4) y en los fragmentos (F1-F7) estudiados en el ejido Playón de la Gloria y flor del Marqués en la Selva Lacandona. DAP= diámetro a la altura del pecho, A/P= relación área-perímetro, IF= índice de forma. Abundancia promedio, diversidad de especies arbóreas importantes en la dieta de los aulladores y área de los corredores y fragmentos.

Características	C1	C2	C3	C4	F1	Cont.	F3	F4	F5	F6	F7
Área (m)	13011	640	280	663	14.1	15751923.8	9404.3	77552.4	95846.6	49652.7	6209.9
DAP (cm)	28.1	22.8	34.4	32.2	33.3	43.8	26.4	29.2	45.4	40.1	37.2
Altura (m)	24.8	15.1	25.1	29	24.3	25.3	24.6	25.5	28.3	26.9	27.1
A/P	8.7	3.9	13.1	3.8	67.2	70.3	17.4	25.3	26.3	15.3	21.6
IF	3.6	2.9	1.5	1.8	1.5	15.9	1.5	3.1	3.3	4.0	3.2
Longitud (m lineales)	421	200	162	70	_	_	_	_	_	_	_
Anchura (m)	31.6	8	32.5	11	_	_	_	_	_	_	_
Diversidad (α)	8.9	7.1	12.0	$9x10^{-6}$	9.9	11.4	10.3	10.2	2.2	5.2	3.1
Abundancia	2.1	2.7	2.5	2.2	1.2	2.8	3.3	3.6	2.4	4	2.5

Cuadro 3. Porcentaje total de tiempo (min) que dedicaron los aulladores a sus actividades (en corredores y fragmentos) durante el tiempo que duró el estudio. Cont_3, se refiere al porcentaje de tiempo que dedicó la tropa estudiada del C3 en el Continuo.

Características	C1	C2	C3	C4	F1	Continuo	Cont_3	F3	F4	F5	F6	F7
Descanso (%)	0	12	48	0	0	42	48	46	57	66	44	56
Alimentación (%)	0	41	33	0	0	39	36	49	35	30	39	38
Interacciones sociales (%)	0	1	6	0	0	11	6	1	3	1	8	3
Desplazamiento (%)	0	46	13	100	0	9	9	4	5	4	9	3

Cuadro 4. Frecuencia y porcentaje de las especies arbóreas encontradas en los corredores, el porcentaje se muestra en paréntesis. *Especies de las que se alimentaron los aulladores y que también se encontraban en los fragmentos.

Especie arbórea	C1	C2	C3	C4
Acacia glomerosa	0	0	0	1 (11.1)
Albizia leucocalyx	6 (22.2)	0	0	0
**Ampelocera hottlei*	3 (11.1)	0	3 (18.8)	0
Astronium gravoelenses	0	0	0	1 (11.1)
Blepharidium mexicanum	3 (11.1)	0	0	0
**Brosimum alicastrum*	1 (3.7)	0	3 (21.4)	0
Bursera simaruba	0	2 (14.2)	0	0
**Cecropia obtusifolia*	0	2 (14.2)	0	0
Ceiba pectandra	1 (3.7)	0	0	0
Cojoba arborea			1 (7.1)	
Cordia alliadora	1 (3.7)	1 (7.1)	1 (7.1)	0
Croton draco	1 (3.7)	0	0	0
Dialium guianense	1 (3.7)	0	3(21.4)	1(11.1)
Ficus sp1	0	0	1(7.1)	0
Ficus sp2	0	0	0	1 (11.1)

Inga sp	0	2 (14.2)	0	0
Inga jinicuil	0	2 (14.2)	0	0
Lycania platypus			1 (7.1)	
Luehea speciosa	0	3 (21.4)	0	0
Pachira aquatica	0	0	1 (7.1)	1 (11.1)
Pseudolmedia oxypillaria	4 (14.8)	1 (7.1)	0	0
Schizolobium parahyba	6 (22.2)	1 (7.1)	0	1 (11.1)
**Spondias mombin*	4 (8.9)	5 (23.8)	1 (6.3)	1 (10)
Stemmadenia donell-smithi	0	0	0	1 (10)
Tabebuia rosea	0	0	2 (12.5)	0
Trichospermum mexicanum	6 (11.1)	2 (9.5)	0	0
Trophis racemosa	3 (6.7)	0	1 (6.3)	0
Zanthoxylum riedelianum	2 (4.4)	0	0	1 (10)
Total	45	21	16	10

Cuadro 5. Correlación entre las características de los corredores y actividades de las tropas de monos en corredores (valores de r del coeficiente de Spearman).

Características de los corredores	Descanso	Alimentación	Interacción	Desplazamiento
Abundancia	0.738	0.738	0.738	0.800
Área	0.105	0.105	0.105	-0.200
Distancia	0.738	0.738	0.738	0.600
Índice de Forma	-0.632	-0.632	-0.632	-0.800
Relación área-perímetro	0.632	0.632	0.632	0.400
Alfa de fisher (índice de diversidad)	0.105	0.105	0.105	-0.200
DAP	0.316	0.316	0.316	0.400
Altura	-0.211	-0.211	-0.211	0.000
Longitud	-0.105	-0.105	-0.105	-0.400
Anchura	0.316	0.316	0.316	0.200

Figuras

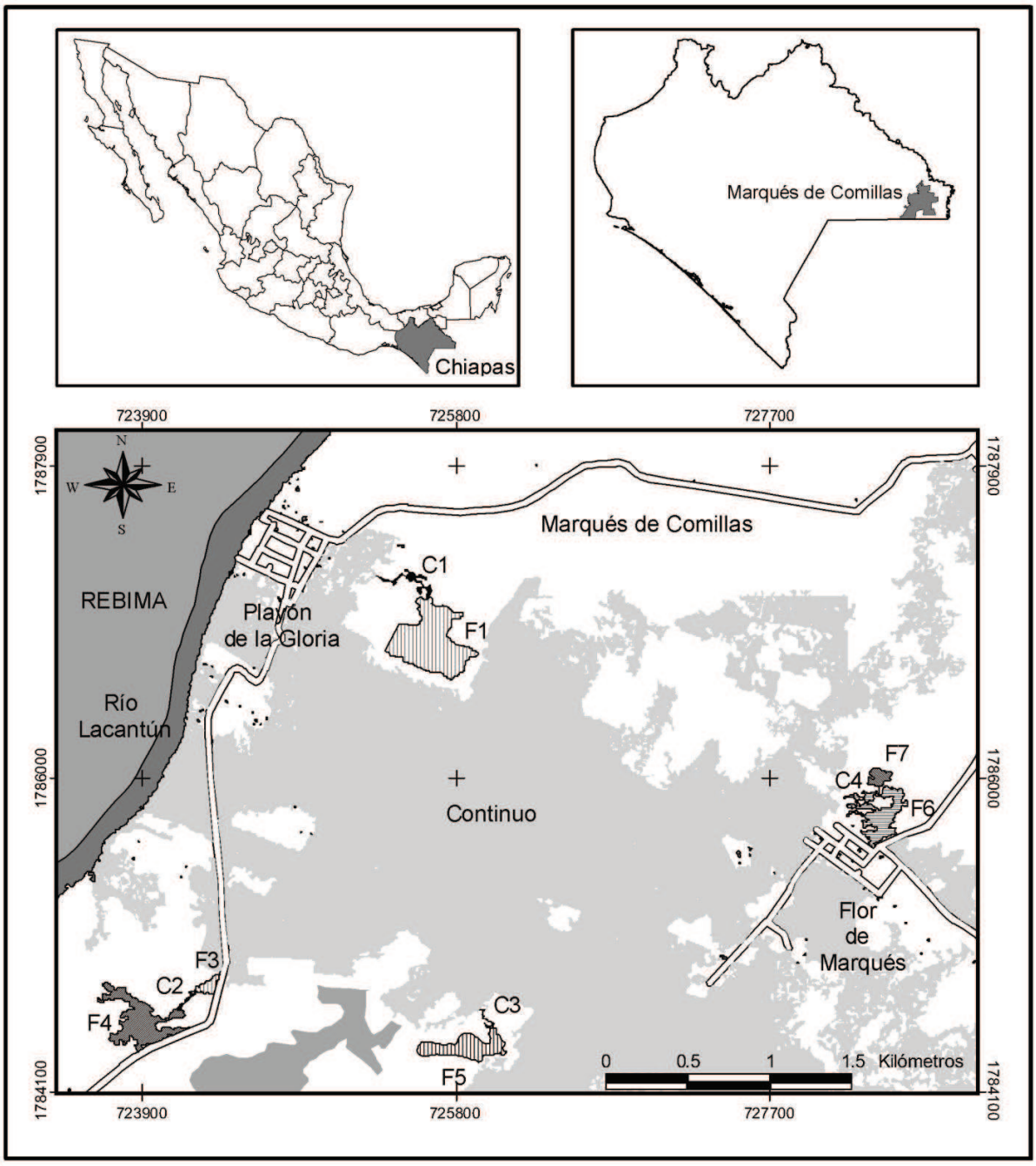

Figura 1. Área de estudio y corredores estudiados, los corredores arbóreos se encuentran en un paisaje fragmentado adyacente a la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA), en la Selva Lacandona, Chiapas, México. C= Corredor, F= Fragmento.

CAPITULO III

Conclusiones Generales.

1.- El corredor más utilizado por los aulladores para desplazarse entre fragmentos fue el corredor 3. Este corredor fue el formado por árboles de mayor DAP y el de mayor diversidad de árboles que ofrecen alimento a los aulladores.

2.-Excepto el corredor 1, prácticamente todos los corredores fueron usados por los aulladores para desplazarse entre fragmentos. Además, fueron usados para descansar, alimentarse, e interactuar socialmente. El porcentaje de tiempo que dedican los aulladores a sus distintas actividades en los corredores fue diferente.

4.-Las características estructurales y de composición de los corredores y de los fragmentos fueron diferentes. Se encontraron diferencias en los corredores y en los fragmentos con respecto a la altura de los arboles. El corredor con los árboles más altos fue el C4, y el de mayor anchura fue el C3.

5.- El corredor 1 no fue utilizado por los aulladores durante este estudio. Este corredor difiere de los demás por ser el de mayor longitud y estar conectado al fragmento de menor abundancia de árboles que ofrecen alimento a los primates.

6.-Encontramos que los corredores más utilizados por los aulladores para el desplazamiento fueron los de mayor abundancia en recursos alimenticios y los más alejados de las comunidades humanas.

.

Recomendaciones

Es importante que los corredores evaluados en este estudio sean conservados, para incrementar la conectividad del paisaje estudiado. Lo anterior a través de la creación de corredores que faciliten el desplazamiento de los aulladores, es necesario realizar evaluaciones sobre cómo influye la temporalidad (época de lluvias y secas) en el uso de

los corredores por los aulladores. Así como estudios a largo plazo considerando que el grado de fragmentación en el sitio se incrementa.

Se ha argumentado que en paisajes fragmentados la densidad de los monos aulladores es mayor en fragmentos de menor área. Estas condiciones de apiñamiento tienden a generar competencia entre los individuos de una población. Por otro lado, las tropas estudiadas estuvieron compuestas además de individuos adultos, de individuos jóvenes e infantes, los que en algún momento tendrán que abandonar su tropa natal para formar nuevas tropas. Por lo que estudios más amplios tendrán que evaluar si los corredores estudiados facilitaran los desplazamientos de individuos jóvenes en un futuro.

Según los entrevistados algunos corredores son utilizados por otro tipo de fauna además de los primates, por lo que es importante llevar a cabo estudios sobre que otros grupos faunísticos usan los corredores y como los usan. Además de acuerdo a los resultados de las entrevistas (Anexo 2) los corredores tiene una utilidad por las personas por lo tanto son necesarias evaluaciones sobre los posibles cambios en la estructura y composición de los corredores. Particularmente si estos cambios se deben a disturbios naturales o antrópicos y su influencia sobre su uso por los aulladores.

Literatura citada

Andren, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscape with different proportion of suitable habitat: a review. *Oikos*, 17: 340-346.

Andreassen, H., Halle, S. e Ims, R. A. 1996. Optimal width of movement corridors for root voles: not too narrow and not too wide. *Journal of applied ecology*, 33: 63-70.

Arroyo-Rodríguez, V. 2007. Calidad de hábitat y distribución de monos aulladores en tres paisajes fragmentados, en los Tuxtlas, Veracruz. Tesis doctoral. Instituto de Ecología, A, C.

Bennett, A. 1998. Linkages in the Landscape: *The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge.

Bunn, G., Urban, D. y Keitt, T. 2000. Landscape connectivity: A conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management*, 59: 265-278.

Cook, A. 2002. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. *Landscape and urban planning*, 58(2): 269-280.

Cristóbal-Azkarate, J., Vea, J., Asensio, N. y Rodríguez-Luna, E. 2005. Biogeographical and floristic predictors of the presence and abundance of mantled howllers (Alouatta palliata Mexicana) in rain forest at Los Tuxtlas, México. *American Journal of primatology*, 67: 209-222.

Chetkiewicz, C. L., St. Clair, C. y Boyce, M. S. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 317-342.

De Jong, J., Ochoa-Gaona, S., Soto-Pinto, L., Castillo-Santiago, M.A., Montoya-Gomez, G., Tipper, R. y March-Mifsut, I. 1998. Modelling forestry and agroforestry opportunities for carbon mitigation at a landscape level. En: Naburs, J., Nuutinen,

T.,Bertelink, H. y Korhonen, M. *Forest Scenario modelling for ecosystem management at landscape level.* EFI Proceedings No 19.

Díaz-Gallegos J.R, Mas J.F. y Velázquez, A. 2009. Patterns and trends of deforestation of tropical forest in southeast Mexico. Singapur Journal of Tropical Geography. En prensa.

Estrada, A., Garber P., Pavelka, M. y .Luecke, L. 2006. Taxonomy and distributions of Mesoamerican Primates. En Estrada, A., Garber, P., Pavelka, M y Luecke, L. 2006. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates*. Springer US.

Estrada, A. 2012. La primatología de campo en México. Ecología y comportamiento de los primates mexicanos *Aloatta palliata* y Ateles geoffroyi, en las selvas húmedas del sureste de México. *Estudios de Antropología Biológica*, *2*(1): 518-531.

FAO, 2007. Situación de los bosques del mundo. Food and Agriculture Organization, 143 p. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0773s/a0773s00.pdf. [Accesado en mayo de 2013].

Fahrig, L. 1998. When does fragmentation of breeding habitat affect population survival. *Ecological modelling*, 105(2): 273-292.

Fahrig, L. y Merriam, G. 1994. Conservation of fragmented populations.*Conservation biology*, 8(1): 50-59.

Fahrig, L. 2003. Effects of hábitat fragmentation on biodiversity. *Annual. Review. Ecology Evolutinar and Systematic*, 34:487–515.

Forman, R. T. 1995.Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3): 133-142.

Haddad, N. 2000. Corridor length and patch colonization by a butterfly, *Junonia coenia*. *Conservation Biology*, 14(3): 738-745.

Hobbs, R. J. 1992. The rol of in conservation: solution or bandwgon. *Trends in Ecology and Evolution*, 7:389-392.

Harrison, R. L. 1992. Toward a theory of inter-refuge corridor design.*Conservation Biology*, 6(2): 293-295.

Johnson, A. R., Wiens, J. A., Milne, B. T. y Crist, T.O. 1992. Animal movements and population dynamics in heterogeneous landscapes. *Landscape ecology*, 7(1): 63-75.

Jones, B. 1995. Dispersal in mantled howler monkeys: A threshold model. *Mastozoologia Neotropical*, 2: 207-211.

La Polla, V. N. y Barrett, G. W. 1993. Effects of corridor width and presence on the population dynamics of the meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*). *Landscape Ecology*, 8(1): 25-37.

Lindenmayer, B. y Nix. A. 1993. Ecological principles for the design of wildlife corridors. *Conservation Biology*, 7(3): 627-630.

Lambert, J. E. y Garber, P. A. 1998. Evolutionary and ecological implications of primate seed dispersal. *American Journal of Primatology*, 45(1): 9-28.

Mandujano, S., Escobedo-Morales, A., Palacios-Silva, R., Arroyo-Rodríguez, V. y Rodríguez-Toledo, M. 2006. A metapopulation approach to conserving the howler monkey in a highly fragmented landscape in Los Tuxtlas, Mexico. En Estrada, A., Garber, P., Pavelka, M. y Luecke, L. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates*, pp. 513-538. Springer US.

Mech, S. G. y Hallett, J. G. 2001. Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach. *Conservation Biology*, 15:467–474.

Merriam, G. 1984. Connectivity: A fundamental ecological characteristic of landscape pattern. En: Theme I., Brandt, J. y Agger, P. Proceedings First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning.

International Association for Landscape Ecology. Roskilde University. Roskilde, pp. 5-15.

Noss, R. 1993. Wildlife corridors. En Smith, D y Hellmund, P. *Ecology of greenways.* University of Minne- sota Press, pp. 43-68.

Oates, J.F. 1996. African primates status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Primate Specialist Group.

Puth, M. y Wilson, A. 2001. Boundaries and corridors as a continuum of ecological flow control: lessons from rivers and streams. *Conservation Biology*, 15(1): 21-30.

Ricketts, T. H. 2001. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 158(1): 87-99.

Robert, G. D., Glenn, S. M., Parfitt, I. y Fortin, M. J. 2002. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Conservation ecology*, 6(2): 10-14.

Rosenberg, D.K., Noon, B. R. y Meslow, E. C. 1997. Biological Corridors: Form, function and efficacy. *Biosciencie*, 47: 667-687.

SEMARNAP (Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) 1995. Memoria de la Primera Reunión de Análisis e Integración del Programa de Desarrollo Regional Sustentable para la Selva Lacandona. Dirección General de Programas de Desarrollo Regional Sustentable. México. Informe Interno.

Serio-Silva, J. C. y Rico-Gray, V. 2000. Primates of the peninsula of Yucatan: current state and strategies for their conservation. *American Society of Primatologists Bulletin*, 24(2).

StatSoft. 2004. Statistica 7. USA.

Stevenson, P., Quiñones, M. y Ahumada, J. 2000. Influence of fruit availability on ecological overlap among four neotropical primates at Tinigua National Park,Colombia. *Biotropica*, 32(3): 533-544.

Swart, J. y Lawes, M. J. 1996. The effect of habitat patch connectivity on samango monkey (*Cercopithecus mitis*) metapopulation persistence. *Ecological Modelling*, 93: 57-74.

Taylor, P., Faahring, L. y Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68: 571-573.

Thiele, R. y Wiebelt, M. 1994. Policies to reduce tropical deforestation and degradation: a computable general equilibrium analysis for Cameroon. *Quaterly Journal of International Agriculture*, 33(2):162-178.

Vásquez-Sánchez, M.A. y Ramos, M.A. 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. *Ecosfera 1*, San Cristóbal de la Casas, México.

Anexos

Anexo 1. Matriz de distancias, distancias entre los diferentes elementos (corredores, fragmentos y comunidades humanas) del paisaje de estudio en metros lineales.

Sitio	C1	Playón de la Gloria	C2	C3	C4	Flor del Marqués	Galacia	F2
C1		802.2	2919.1	2733.6	3118.6	3245.4	3719.1	1620.4
F1	449.3	1078.7	2601.68	2285.8	2860.2	2935.8	3716.3	1173.9
Playón de la Gloria	802.2		2811.0	3122.7	3906.0	4007.5	4471.5	2045.3
F4	3174.4	3010.3	311.	2104.3	4700.1	4487.7	6286.1	2185.1
C2	2919.1	2811.01		1826.8	4391.9	4184.9	5977.1	1875.2
F3	2779.43	2697.8	158.3	1705.6	4241.5	4040.0	5818.9	1717.2
C3	2733.6	3122.7	1826.8		2757.3	2467.5	4634.3	1114.3
F5	2886.8	3242.7	1747.	195.8	2929.6	2626.2	4825.0	1267.2
C4	3118.63	3906.0	4391.9	2757.3		458.6	2119.9	2617.9
F7	3085.5	3875.8	4412.3	2794.5	75.9	532.5	2051.1	2625.4
F6	3218.7	3998.6	4364.6	2690.4	182.9	293.0	2279.9	2625.8
Flor del Marqués	3245.4	4007.5	4184.9	2467.55	458.6		2572.3	2504.4
Galacia	3719.1	4471.5	5977.1	4634.3	2119.91	2572.3		4102.6
F2	1620.4	2045.3	1875.2	1114.3	2617.91	2504.4	4102.6	

Anexo 2. *Entrevistas semiestructuradas*

Realicé un total de 8 entrevistas semi-estructuradas a los propietarios de los terrenos donde se encontraban los corredores así como personas que viven o trabajaban cerca de estos. El propósito de las entrevistas fue para obtener información sobre el uso de los corredores por las personas de la comunidad y por los monos aulladores según los entrevistados. Las preguntas fueron las siguientes.

1.- ¿Con que frecuencia observa a los monos aulladores usar los corredores para desplazarse entre fragmentos?

2.- ¿Que árboles ha observado que comen los aulladores en los corredores?

3.- ¿Qué otros animales ha observado en el corredor?

4.- ¿Cómo se formó este corredor y qué utilidad tiene para ustedes?

5.-¿Por cuánto tiempo seguirá conservando este corredor?

6.- ¿Los monos aulladores causan algún daño a sus terrenos?

7.-¿Qué conducta observa en los monos aulladores cuando se percatan de su presencia?

Resultados de las entrevistas

De acuerdo con las preguntas realizadas a los entrevistados presentamos sus respuestas dividiendo el contenido de las entrevistas en siete sencillos temas, como a continuación se muestra.

Frecuencia con que los monos aulladores usan los corredores para desplazarse entre fragmentos.

Los entrevistados mencionaron que han observado a los aulladores desplazarse por el C2 con una frecuencia de cuatro veces en un mes. En cuanto al C3 mencionaron que diariamente observan a los aulladores desplazarse por este corredor. En cambio los entrevistados no recuerdan con exactitud la frecuencia con que han visto a los aulladores en el C4. Además mencionan que han observado a los aulladores en el C1 por los menos una vez al mes y hasta 2 veces en un año.

Árboles que consumen los monos aulladores en los corredores.

Los entrevistados mencionaron diversos nombres comunes de árboles que consumen los monos aulladores en los corredores. Entre ellos se encuentran laurel, plumillo, ramón, guarumbo, guapaque, sunzapote, frijolillo, amate, ramón chico, mamey, y amate de río.

Uso de los corredores por otro tipo de fauna además de los primates.

A excepción del C4, todos los corredores son usados por otro tipo de fauna además de los monos aulladores. De acuerdo con las respuestas de los entrevistados el C3 es usado por los jabalís, presumiblemente por la presencia de agua en temporada de lluvia mencionando que es en esta época cuando más huellas de jabalí observan. El arroyo que atraviesa el C1 es usado por diversos anfibios como ranas, además han observado a tepezcuintles en varias ocasiones, cerca del arroyo y comentan que se debe a que tienen sus madrigueras cerca de los cuerpos de agua. Los jabalís también hacen uso

del C1 y llegan al arroyo. Entre la fauna que usa el C2, se encuentran diversas aves y ardillas negras.

Uso de los corredores por las personas.

Los corredores riparios de este estudio, se formaron debido a que las personas tienen interés en conservar los arroyos. Los entrevistados comentaron que cuando necesitaron talar una determinada superficie de selva en sus terrenos, se aseguraron de mantener una fila de árboles a lo largo de los arroyos. Lo anterior porque aseguran que de esta forma evitan la desecación de los cuerpos de agua. Y consideran el agua como un recurso importante para la crianza de su ganado. Además aseguran que los árboles de los corredores proporcionan sombra al ganado. Por otro lado, comentaron que en ocasiones utilizan algún árbol del C1 para obtener madera. En cambio mencionaron que la única utilidad que tiene la cerca viva es la delimitación de terrenos.

Posibles daños de los monos aulladores en los terrenos donde se encuentran los corredores.

Todos los entrevistados coinciden en que los monos aulladores no causan algún daño en los terrenos donde se encuentran los corredores. Algunas personas mencionaron que les agrada la presencia de estos primates en sus terrenos y que piensan plantar algunos árboles que les sirvan de alimento a los aulladores.

Comportamiento de los monos aulladores ante la presencia de personas.

Las respuestas de los entrevistados fueron un poco ambiguas al preguntarles de la conducta que observaban en estos primates cuando se percataban de la presencia de humanos. Algunas personas mencionaron que observan que los aulladores se estresan un poco cuando la distancia entre ellos y las personas es cercana. Además, comentan que en ocasiones intentan defenderse lanzando ramas. Contrario a estos comentarios

algunos entrevistados comentan que los aulladores son indiferentes ante la cercanía con humanos.

Permanencia de los corredores en un futuro.

Debido a que todos los corredores tienen una utilidad, los propietarios de los terrenos donde estos se encuentran piensan conservarlos por tiempo indefinido. Además consideran que en un futuro sus hijos tendrán esta misma postura. Por otro lado, en el caso del C1, los entrevistados comentaron que les interesa conservar este corredor porque de esta forma han aprovechado a la fauna como alimento, por ejemplo, mencionan que en ocasiones sus perros han logrado cazar algún tepezcuintle que les ha servido de alimento.