

VALOR DE ALGUNAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA CONSERVACIÓN DE POBLACIONES DE PRIMATES EN PAISAJES FRAGMENTADOS EN MESOAMÉRICA

Conservation value of some agricultural practices for primate populations in fragmented landscapes in Mesoamerica

A Estrada [✉], C Harvey, J Sáenz, D Muñoz, E Naranjo, M Rosales-Meda

(AE) Laboratorio de Primatología, Estación de Biología Los Tuxtlas,
Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,
aestrada@primatesmx.com

(CH) CATIE, Costa Rica

(JS) Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica

(DM) (EN) Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas,
Chiapas, México

(MRM) Universidad de San Carlos, Guatemala

Ensayo recibido: 7 de junio de 2005

Ensayo aceptado: 8 de agosto de 2005

RESUMEN. Es generalmente aceptado que las actividades agrícolas son la amenaza principal para la diversidad de primates en el mundo. El argumento de este trabajo es que en los paisajes fragmentados en el Neotrópico existen algunas prácticas agrícolas que favorecen la persistencia de poblaciones de primates, y que merecen estudio y evaluación. La presencia y actividades de poblaciones de primates fueron investigadas en agrosistemas en Los Tuxtlas, México, Lachuá, Guatemala, y en tres localidades en Costa Rica. Esta reveló la presencia de poblaciones de cinco especies de primates (*Alouatta palliata*, *A. pigra*, *Ateles geoffroyi*, *Saimiri oerstedii*, *Cebus capucinus*) en 15 tipos de agrosistemas. Algunas poblaciones de estos primates se distribuyeron de modo permanente o temporal en el 50% de los agrosistemas. Otras, usan los agrosistemas como sitios de forrajeo temporal o de paso en sus movimientos en el paisaje. En la mayoría de los casos, el daño a los cultivos por parte de los primates es inexistente. La presencia y actividades de los primates en el agrosistema pueden favorecer la productividad primaria y la persistencia de las especies arbóreas que aportan la sombra a los cultivos y enriquecer de nutrientes el suelo del agrosistema.

Palabras clave: fragmentación de la selva, agrosistemas y conservación, primates Neotropicales, Mesoamérica, México, Guatemala, Costa Rica.

ABSTRACT. It is generally accepted that agricultural activities are the main threat to primate diversity in the world. The point in this paper is that some agricultural practices in the fragmented landscapes of the Neotropics favour the persistence of primate populations, and merit study and evaluation. The presence and activities of primate populations in the agrosystems of Los Tuxtlas, Mexico, Lachuá, Guatemala and three localities in Costa Rica were studied. Populations of five primate species (*Alouatta palliata*, *A. pigra*, *Ateles geoffroyi*, *Saimiri oerstedii*, *Cebus capucinus*) were found in 15 types of agrosystems. Some populations of these primates were found to reside permanently or temporarily in 50% of the agrosystems. Others use the agrosystems as temporary foraging or stop-over areas during their movements through the landscapes. In most cases, crop damage by primates is non existent. The presence and activities of the primates in the agrosystems may favour primary productivity, the persistence of tree species that provide shade to crops, and the provision of nutrients to the soil of the agrosystems.

Key words: forest fragmentation, agrosystems and conservation, Neotropical primates, Mesoamerica, Mexico, Guatemala, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Es en general aceptado que las actividades agrícolas son la principal amenaza para la biodiversidad en los trópicos (Donald 2004; Henle et

al. 2004a; 2004b). Los agrosistemas son sistemas de manejo del suelo en los que de manera deliberada el hombre ha seleccionado ciertas plantas cultivables y animales domésticos para producción de alimentos, reemplazando a la flora y fauna nativa. Actualmente,

los agrosistemas cubren cerca de un cuarto de la superficie terrestre o cerca de 5 billones de hectáreas (Altieri 2004). Existen agrosistemas altamente simplificados, como pastizales y monocultivos de cereales, y otros más diversos en forma de policultivos y prácticas agroforestales (Vandermeer 2003; Schroth *et al.* 2004).

Evaluaciones recientes sugieren que algunos agrosistemas arbolados en paisajes fragmentados por el hombre parecen favorecer la persistencia de poblaciones de especies animales (Rice & Greenberg 2000; Estrada & Coates-Estrada 2002; Daily *et al.* 2003; Perfecto & Armbrrecht 2003; Vandermeer 2003; Greenberg 2004; Harvey *et al.* 2004; Schroth *et al.* 2004). En el caso de los primates, existen pocos registros en la literatura científica que indiquen la presencia de poblaciones en agrosistemas. Por ejemplo, algunas plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en Brasil han atraído la atención debido a que alojan poblaciones de *Leontopithecus chrysonelis*, que es una especie de primate amenazada (Rice & Greenberg 2000). Del mismo modo, en el Parque Nacional de Gulung Palung en Kalimantan se registró la presencia de monos langures (*Presbytis rubicunda*) y gibones (*Hylobates agilis*) en plantaciones agroforestales ubicadas en el parque (Salafsky 1993). En Sumatra, Michon & de Foresta (1995) detectaron la presencia de poblaciones de cinco a siete especies de primates entre macacos, langures y gibones en plantaciones agroforestales de hule (*Hevea brasiliensis*), damar (*Shorea javanica*), y durio (*Durio zibethinus*). En Costa Rica, la presencia de monos aulladores (*Alouatta palliata*) se ha documentado en plantaciones de café con sombra (Somarriba *et al.* 2004) y en Los Tuxtlas, México, se ha registrado la presencia de *A. palliata* y de *Ateles geoffroyi* en cultivos de café y cacao creciendo bajo la sombra de árboles de la selva (Estrada & Coates-Estrada 1996).

MESOAMÉRICA Y DEFORESTACIÓN

Mesoamérica es una región que se extiende desde el sur de México hasta la frontera entre Panamá y Colombia. La región cubre cerca del 1% de la superficie terrestre del planeta, pero aloja cerca del 10% de biodiversidad terrestre a nivel mun-

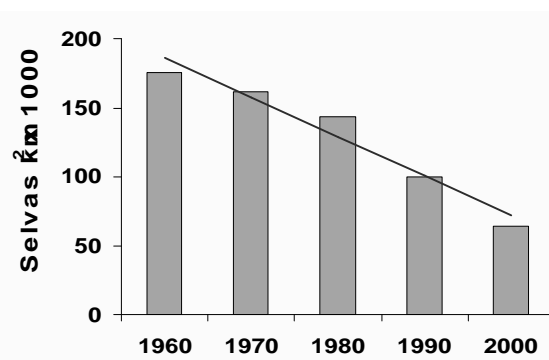
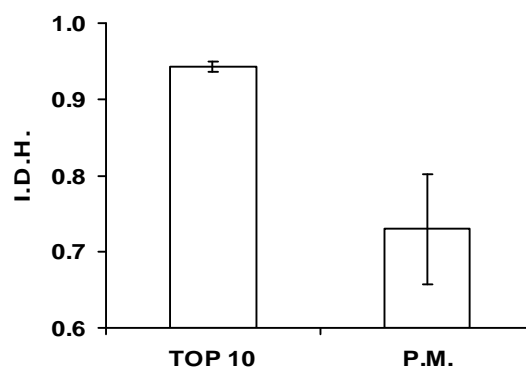


Figura 1. (a) Valores medios (\pm DE) del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de las Naciones Unidas para los 10 países más desarrollados ("Top 10") del planeta. A continuación se enumeran estos y su intervalo (según el valor del IDH), de acuerdo a una lista de 177 países: Noruega (1), Islandia (2), Suecia (3), Australia (4), Holanda (5), Bélgica (6), EE.UU. (7), Canadá (8), Japón (9) e Irlanda (10). También se muestra el valor medio del índice para los países Mesoamericanos (P.M. en la grafica). Estos son (rango jerárquico entre parentesis): Costa Rica (42), Panamá (55), México (59), Belice (67), El Salvador (105), Honduras (115), Guatemala (119) y Nicaragua (121). (b) Tendencia en la desaparición de las selvas por la actividad humana en el sur de México. Se estima que actualmente solo persiste un 28% de la cobertura forestal original, y la tasa de deforestación anual para el periodo 1990-2000 se ha estimado en -1.1% (Anónimo 2005).

Figure 1. (a) Mean values (\pm SD) for the United Nation's Human Development Index (HDI) for the top 10 developed countries in the world ("Top 10"). These, from a list of 177 countries, and their ranks (according to the HDI value) are Norway (1), Iceland (2), Sweden (3), Australia (4), The Netherlands (5), Belgium (6), USA (7), Canada (8), Japan (9) and Ireland (10). Also shown is the mean value of the index for Mesoamerican countries (P.M. in the graph). These and their ranks are Costa Rica (42), Panamá (55), Mexico (59), Belize (67), El Salvador (105), Honduras (115), Guatemala (119) and Nicaragua (121). (b) Trend in forest loss resulting from human activities in southern Mexico. It is estimated that only 28% of the original forest cover is still present, and the annual deforestation rate for the period 1990-2000 has been estimated at -1.1% (Anonymous 2005).

dial (Mittermeier *et al.* 1998). Como parte de esta riqueza biológica, sus selvas alojan a los representantes más septentrionales del Orden Primates en el continente Americano. La diversidad de primates en Mesoamérica es alta y está representada por cerca de 21 taxa pertenecientes a tres familias (Callithrichidae, Cebidae and Atelidae), seis géneros (*Sanguinus*, *Aotus*, *Alouatta*, *Ateles*, *Saimiri* y *Cebus*) y ocho especies principales (Estrada *et al.* 2005a; Rylands *et al.* 2005). Las principales amenazas para las poblaciones de primates en la región son aquellas derivadas de la actividad humana dirigida a la producción de alimento, extracción de recursos naturales, minería, extracción de petróleo y construcción de hidroeléctricas, entre otras. Como presiones adicionales están la cacería y el tráfico de primates jóvenes como mascotas. El impacto neto de estas presiones sobre las poblaciones de primates son (1) disminución en el tamaño efectivo de las poblaciones, (2) aislamiento de las poblaciones y (3) extinción local de las poblaciones y especies (Laurance *et al.* 2002; Estrada *et al.* 2005a).

Presiones importantes que conducen al desmantelamiento de las selvas en Mesoamérica han sido las fuertes demandas locales y globales para la producción de alimento y la adquisición de otros bienes y servicios a través del uso del suelo por parte de una creciente población humana. Actualmente la población humana en Mesoamérica (incluye los estados del sur de México) se acerca a los 50 millones de habitantes y la densidad promedio en el territorio bajo consideración (750 656 km²) es de 82.8 ± 92.1 personas/km² (Anónimo 2005). Dicha

población ha crecido a una tasa del 3% anual desde los años 50 y se espera que se duplique en tamaño en los próximos 25-35 años, caracterizándose por sus niveles altos de pobreza y niveles bajos de desarrollo humano (Anónimo 2004) (Figura 1a).

Las tasas de deforestación en Mesoamérica se han estimado en 440 000 ha por año para el periodo 1990 - 2000, con las mayores tasas de cambio en El Salvador, Nicaragua, Belice y Honduras (Anónimo 2005). En la actualidad solamente existe un 30% de la cobertura selvática original en la región (Estrada *et al.* 2005 a) (Tabla 1). En el caso de los estados del sur de México se observaron decrementos importantes en la presencia de las selvas para el periodo 1960-2000, con una tasa estimada de deforestación anual de 1.1 %. Actualmente sólo un 28 % de la cobertura original persiste (Anónimo 2005) (Tabla 1; Figura 1b).

Las estadísticas de la FAO sugieren que la desaparición de la cobertura forestal en el sur de México se ha debido principalmente al reemplazo de ésta por pastizales y en menor escala por otros

Tabla 1. Cambios en la cubierta forestal en la región Mesoamericana. En el caso de México los estados del sur bajo consideración son Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La lista de países esta jerarquizada por la cobertura forestal en existencia en la actualidad en sus territorios (* Cobertura forestal original se refiere a la cobertura forestal estimada para hace 8000 años, asumiendo condiciones climáticas actuales (http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/); ** sinopsis basada en estadísticas crudas de las siguientes fuentes: <http://faostat.fao.org/default.jsp?language=EN>; World Resources Institute <http://earthtrends.wri.org/>; consultar Estrada *et al.* (2005a) para otras fuentes).

Table 1. Changes in forest cover in Mesoamerica. The southern states of Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán and Quintana Roo are considered for Mexico. Countries are ranked according to their present forest cover (* The original forest cover refers to the forest cover estimated for 8000 years BP, assuming present climatic conditions (http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/); ** synopsis based on crude statistics from the following sources: <http://faostat.fao.org/default.jsp?language=EN>; World Resources Institute <http://earthtrends.wri.org/>; consult Estrada *et al.* (2005a) for other sources).

País**	Territorio km ²	Cobertura forestal original km ²	Cobertura forestal original como % del área territorial *	Selvas en el 2000 como % del área territorial	Cobertura forestal actual km ²	Cambio en la cobertura forestal % 1990-2000
México (Sur)	226,712	204,041	90	28	63,479	-1.1
Honduras	112,520	112,090	100	48	54,009	-1.03
Nicaragua	131,847	130,000	100	25	32,961	-3.01
Panamá	75,536	73,254	97	38	28,703	-1.65
Guatemala	108,917	107,801	99	26	28,318	-1.71
Costa Rica	51,113	50,078	98	39	19,934	-0.77
Belice	22,965	21,123	92	59	13,549	-2.32
El Salvador	21,046	20,829	99	6	1,262	-4.6
total km ²	750,656	743,018			242,219	
%		99			32	

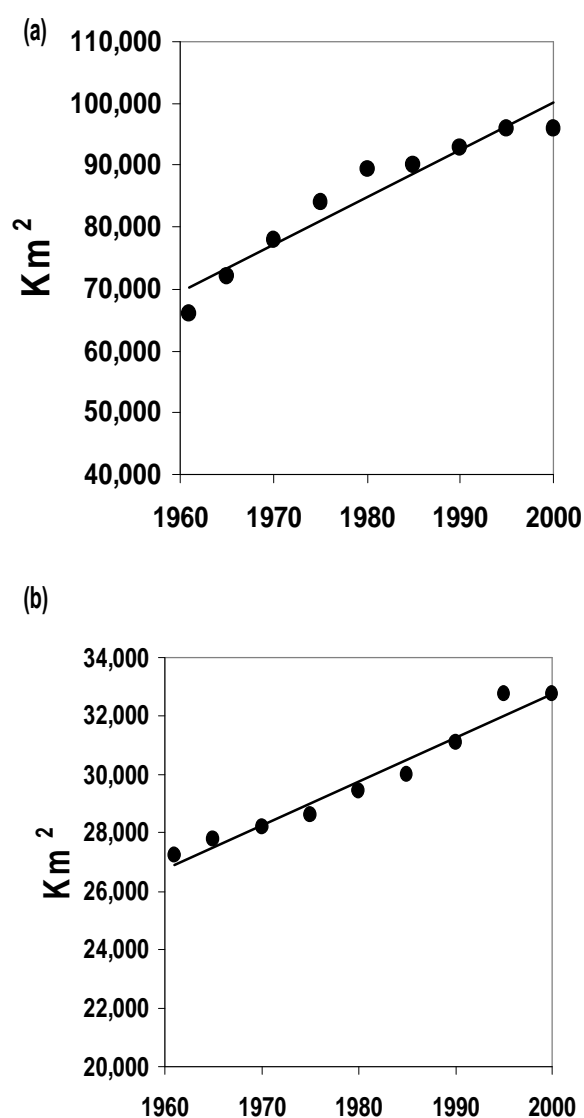


Figura 2. (a) Tendencias en el crecimiento de la superficie territorial dedicada a pastizales, y (b) a tierras arables y cultivos perennes en el sur de México. Es posible observar en ambos casos una marcada tendencia al incremento de 1960 al 2000, pero este es significativamente más alto en el caso de los pastizales (Anónimo 2005).

Figure 2. (a) Trends in the increase of surface area used as pasture land, and (b) as arable land and perennial crops in southern Mexico. It is possible to observe a marked tendency to increase from 1960 to 2000 in both cases, but this is significantly greater in the case of the pasture lands (Anonymous 2005).

tipos de cultivos tanto perennes como estacionales (Anónimo 2005) (Figura 2). Dichos cambios en la distribución y disponibilidad del hábitat para los primates ha tenido como consecuencia, en el mediano y largo plazo, decrementos significativos en el tamaño efectivo de las poblaciones y la eventual

desaparición de éstas, como muestran algunos estudios en el sureste de México (Estrada & Coates-Estrada 1996) (Figura 3).

PRIMATES EN AGROSISTEMAS

Mientras que grandes extensiones de pastizales dominan lo que hasta hace unas décadas eran paisajes forestales en Mesoamérica y éstos constituyen paisajes altamente homogéneos, también existen, aunque en menor proporción, paisajes que son heterogéneos en las unidades de vegetación que los componen. Estas incluyen no solo pastizales, sino también fragmentos de selva, parcelas agroforestales, cultivos arbolados de sombra (cacao *Theobroma cacao* y café *Coffea arabica*) y sin sombra (pimiento *Pimenta dioica*, cítricos *Citrus* spp.), cultivos no arbolados con sombra arbórea (cardamomo *Elatteria cardamomum*) y cultivos no arbolados y estacionales como platanares *Musa* spp., soya (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*), entre otros (Anónimo 2005). Otra característica de los paisajes heterogéneos en Mesoamérica son las cercas vivas. Estas consisten en miles de metros de franjas lineales de vegetación arbórea sembradas por el hombre (postes vivos de especies como *Bursera simaruba* y *Gliricidia sepium*, entre otras), para delimitar parcelas agrícolas y ganaderas (Harvey *et al.* 2004). La existencia de estas franjas lineales de vegetación en el paisaje antropogénico, junto con agrosistemas como los mencionados arriba y la presencia de vegetación selvática residual en forma de fragmentos de selva y a lo largo de arroyos y ríos, resulta en paisajes altamente heterogéneos y que estructuralmente difieren de modo significativo de aquellos altamente homogéneos dominados por pastizales u otros monocultivos (Estrada *et al.* 2005 b).

En este trabajo se argumenta que la perspectiva tradicionalmente binaria en la cual la conservación de las selvas es vista como un conflicto entre las prácticas agrícolas y la existencia de la selva debe desecharse y se debe adoptar una perspectiva alternativa (perspectiva del paisaje) que percibe a las selvas remanentes, prácticas agrícolas y necesidades de la población humana como elementos interactivos e importantes en la ecuación de conservación. En esta perspectiva se percibe a

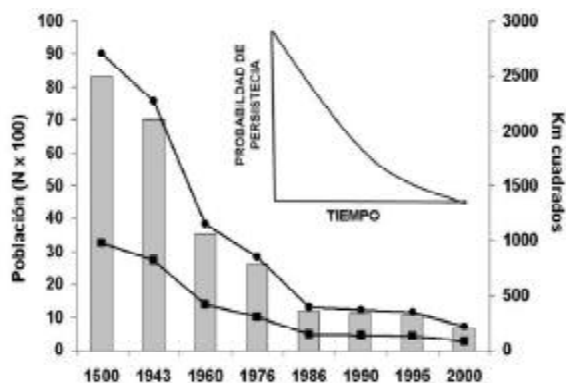


Figura 3. Decrementos en la disponibilidad de hábitat (barras oscuras) y cambios en el tamaño de la población de monos aulladores (círculos negros) y monos araña (cuadros negros) en la región de Los Tuxtlas, Veracruz. Los datos para las décadas anteriores a 1980, tanto para la distribución del hábitat (selvas) como para las poblaciones de primates, han sido estimados a partir de datos empíricos colectados entre 1980 y 1990, tomando como base una extensión de 2,500 km² de selvas originalmente presentes en Los Tuxtlas (Estrada y Coates-Estrada 1996). A partir de estos datos se deriva un modelo empírico que ilustra estos cambios y la probabilidad de persistencia de las poblaciones de primates a medida que el hábitat desaparece. Este modelo se muestra en el interior del gráfico.

Figure 3. Habitat availability decreases (dark bars) and changes in the size of howler (black circles) and spider (black squares) monkey populations in Los Tuxtlas, Veracruz. Data for the decades before 1980, both for habitat distribution (jungles) and primate populations, were estimated from empirical data collected between 1980 and 1990, taking as reference the 2,500 km² of tropical forest originally present in Los Tuxtlas (Estrada & Coates-Estrada 1996). An empirical model was built with these data to illustrate the changes and the probability of persistence of the primate populations as habitats disappear. The model is shown in the graph.

los paisajes originalmente poblados de selva y fragmentados por la actividad humana como componentes de un gradiente de transformación que va de paisajes altamente homogéneos a paisajes altamente heterogéneos, en cuanto a las unidades de vegetación alojadas en éstos. Es poco probable que en el Neotrópico paisajes antropogénicos altamente homogéneos resguarden poblaciones de primates y que éstas puedan ser conservadas bajo esas condiciones. Sin embargo, en el caso de paisajes heterogéneos las probabilidades de persistencia de las poblaciones pueden ser mayores (Figura 4).

Con la meta de explorar esta posibilidad, a continuación se presentan los resultados de reco-

nocimientos recientes de poblaciones de primates silvestres llevados al cabo en varios tipos de agrosistemas arbolados en paisajes heterogéneos en el sur de México (región de Los Tuxtlas), en Guatemala (región de Lachuá) y Costa Rica (regiones del Pacífico central, Cañas y Río Frío). Los detalles de los métodos utilizados en estos reconocimientos pueden ser consultados en Estrada *et al.* (2005 b). Entre los resultados de estas exploraciones destacan que (1) poblaciones de cinco de las ocho espe-

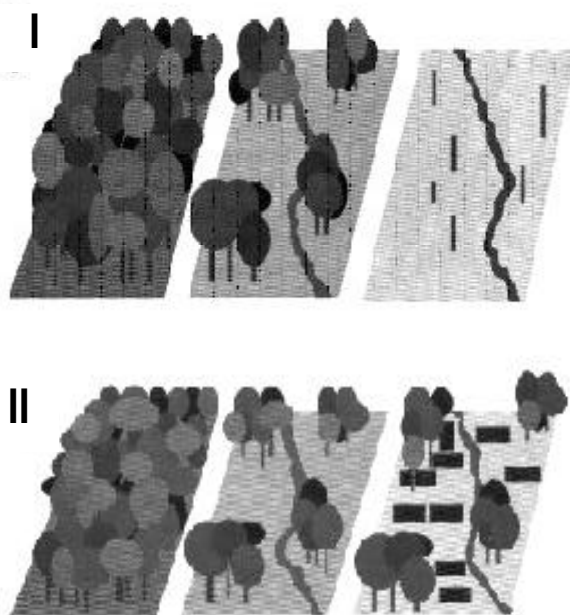


Figura 4. Cambios en los paisajes selváticos como resultado de la actividad antropogénica. En el escenario I, la selva es fragmentada, existiendo una fuerte pérdida de área y la presencia de pocos fragmentos de selva aislados entre sí. El resultado final de este escenario son paisajes altamente homogéneos dominados por pastizales o por otros monocultivos. En el escenario II, la misma modificación toma lugar, excepto que las prácticas agrícolas diversificadas resultan en paisajes heterogéneos compuestos por selvas remanente, pastizales y otros tipos de vegetación agrícola, esta última representada por cultivos arbolados así como cultivos no arbóreos perennes y estacionales.

Figure 4. Changes in forest landscapes resulting from human activities. In scenario I, the jungle is fragmented with a marked loss of forested area and the presence of few fragments of isolated jungle. The result is a highly homogeneous landscape dominated by pastureland or other monocultures. In scenario II, the same transformation takes place, except that the diversified agricultural practices result in heterogeneous landscapes with remnant jungle, pastures and other types of agricultural vegetation (agroforests, arboreal crops, lineal strips of arboreal vegetation).

cies de primates presentes en Mesoamérica se detectaron presentes en un amplio número de agrosistemas (N = 15), (2) en ocho de éstos, las poblaciones de primates fueron residentes de modo temporal o permanente y (3) poblaciones de todas las especies registradas estuvieron presentes en las franjas lineales de vegetación conocidas como cercas vivas (Tabla 2).

Otro dato notable de estos reconocimientos es la variación en el número de agrosistemas en que los diferentes taxa de primates se encontraron presentes y/o residiendo de modo permanente o temporal. *Alouatta* fue el género más ampliamente distribuido en los agrosistemas, seguido por *Ateles*, *Cebus* y *Saimiri* (Figura 5). Dicha variación merece ser explorada para determinar hasta que punto es debida a diferencias en la plasticidad de respuestas por parte de las poblaciones de estos primates a las oportunidades disponibles en paisajes antropogénicos de naturaleza heterogénea o a la variación en la distribución de las poblaciones de primates en paisajes alterados por el hombre o a una combinación de éstos y de otros factores.

Tabla 2. Agrosistemas con poblaciones de cinco especies de primates en las regiones estudiadas: en México (Los Tuxtlas), en Guatemala (Lachuá) y en Costa Rica (Pacífico Central, Cañas, Río Frío). El asterisco indica los hábitat antropogénicos en que los primates fueron detectados residiendo de modo temporal o permanente. Los otros hábitat son usados como puntos de paso o como sitios de forrajeo en el paisaje fragmentado.

Table 2. Agrosystems with populations of five primate species in the studied regions: in Mexico (Los Tuxtlas), Guatemala (Lachuá) and Costa Rica (Central Pacific, Cañas, Río Frío). The asterisk indicates the anthropogenic habitats where the primates were found residing temporarily or permanently. The other habitats are used as stop-over or foraging areas in the fragmented landscapes.

Agrosistema	Condición	<i>Alouatta palliata</i>	<i>Alouatta pigra</i>	<i>Ateles geoffroyi</i>	<i>Saimiri oerstedii</i>	<i>Cebus capucinus</i>
Cacao*	Sombra selva	x		x		x
Cacao*	Sombra árboles leguminosas	x				x
Café*	Sombra selva	x	x	x		
Mixto (cacao/café)*	Sombra selva	x		x		
Cacao*	Sombra cocos/plátano	x				
Cardamomo*	Sombra selva		x			
Plantación forestal*	Sombra selva	x			x	x
Palma Africana*	Sin sombra				x	x
Cítricos	Sin sombra	x				
Pimiento	Sin sombra	x				
Mango	Sin sombra	x		x	x	x
Mango/cítrico/plátano	Sin sombra	x		x		
Plátano	Sin sombra	x		x		
Árboles frutales mixtos	Sin sombra	x		x	x	x
Cercas vivas	Sin sombra	x	x	x	x	x
Total	15	13	3	8	5	7

CONSIDERACIONES GENERALES

Los reconocimientos sugieren que, en paisajes fragmentados por la actividad humana y de composición heterogénea, algunos agrosistemas de naturaleza arbolada (por ej. cacao y café) favorecen la persistencia de poblaciones de primates. Aparentemente, la presencia de dichos agrosistemas arbolados fomenta la conectividad estructural del paisaje, lo cual permite a los primates el uso de la vegetación arbórea nativa y antropogénica como trampolines para moverse de un punto a otro en el paisaje o el uso de éstos como sitios de forrajeo o como sitios de residencia temporal o permanente. Para los primates que habitan fragmentos aislados de selva, estas oportunidades pueden estar representando áreas de vegetación potencialmente disponibles, recursos alimentarios adicionales, reducción del aislamiento y la posibilidad de dispersarse e incrementar sus posibilidades de reproducción (Figura 6a). Los paisajes modificados por la actividad humana en el Neotrópico representan un gradiente de

transformación y oportunidades para la persistencia de las poblaciones de primates. Dicho gradiente va desde paisajes altamente homogéneos en donde las posibilidades de persistencia de las poblaciones es particularmente baja hasta paisajes altamente heterogéneos, en donde las posibilidades de persistencia de las poblaciones es mayor (Figura 6b).

El potencial de paisajes heterogéneos alojando agrosistemas arbolados con potencial para la conservación de poblaciones de primates en el Neotrópico merece

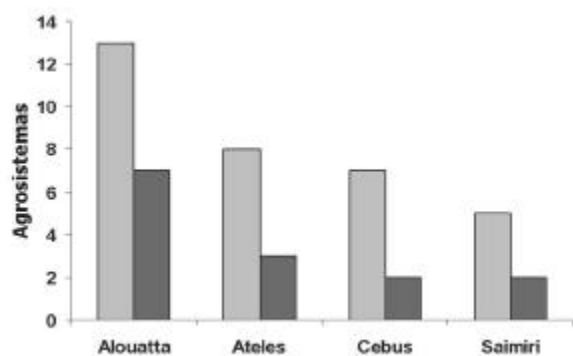


Figura 5. Variación entre taxa de primates en el número de agrosistemas en que las poblaciones estuvieron presentes (barras gris claro) y aquellos en las que fueron detectadas residiendo (barras gris oscuro), ya sea de modo temporal o permanente. *Alouatta* es el género más representado en los agrosistemas investigados, seguido por *Ateles*, *Cebus* y *Saimiri*.

Figure 5. Primate inter-taxa variation in the number of agrosystems where populations were present (light gray bars) and where they were found residing temporarily or permanently (dark gray bars). *Alouatta* is the best represented genus in the studied agrosystems, followed by *Ateles*, *Cebus* and *Saimiri*.

consideración, ya que la pérdida del hábitat y su fragmentación por la actividad humana ha reducido la disponibilidad de hábitats adecuados para las poblaciones y ha disminuido el tamaño efectivo de éstas, lo que las aísla y hace más sensibles a los efectos de procesos estocásticos que las ponen bajo riesgo (Henle *et al.* 2004a; 2004b). La tolerancia de las poblaciones animales a la pérdida y fragmentación del hábitat parece estar relacionada a la habilidad de éstas para dispersarse a través de los paisajes modificados y así alcanzar otros fragmentos de selva y otros tipos de vegetación, para aprovechar los recursos disponibles en la matriz e incrementar la posibilidad de encontrar congéneres para reproducirse (Law *et al.* 1999; Schulze *et al.* 2000; Schroth *et al.* 2004).

Los resultados de estudios de la biodiversidad tropical y de poblaciones de primates en agrosistemas en paisajes modificados por la actividad humana (Schroth *et al.* 2005; Estrada *et al.* 2005 b) son consistentes con estas aseveraciones y además sugieren que el grado de heterogeneidad del paisaje, dado por la presencia de varios tipos de agrosistemas arbóreos, que también incluyen las cercas vivas, es un rasgo

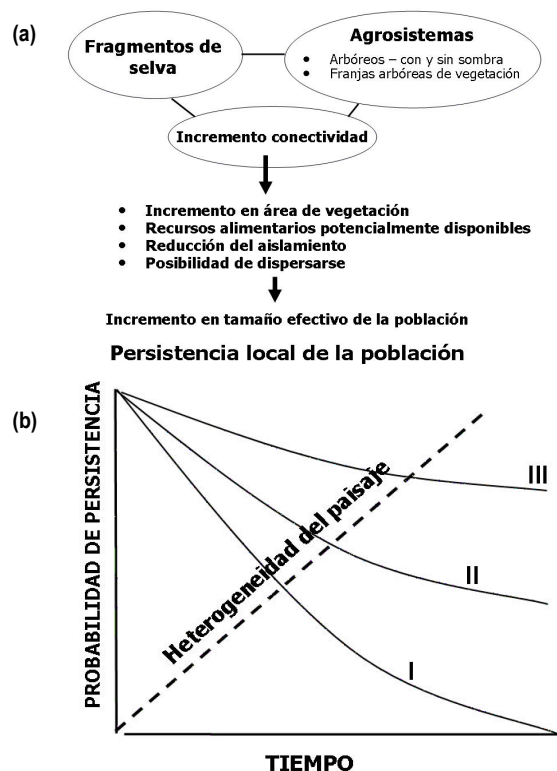


Figura 6. (a) Sinopsis diagramático sobre el efecto sinérgico de la coexistencia de selvas remanentes y agrosistemas arbolados en paisajes fragmentados por la actividad humana sobre la persistencia de poblaciones de primates. (b) Modelo que muestra el efecto de diferentes grados de heterogeneidad de los paisajes fragmentados sobre la persistencia de poblaciones de primates. En el escenario I se trata de paisajes altamente homogéneos (pastizales o otros monocultivos no arbolados), y los escenarios II y III son paisajes que difieren en heterogeneidad en cuanto al número de agrosistemas que coexisten en estos tales como pastizales, fragmentos de selva, agrosistemas arbolados, plantaciones forestales y cercas vivas. Paisajes heterogéneos parecen ser más favorables para la persistencia de poblaciones de primates que paisajes homogéneos (escenario I).

Figure 6. (a) Diagrammatic synopsis of the synergic effect of the coexistence of remnant forest and arboreal agrosystems in landscapes fragmented by human activities on the persistence of primate populations. (b) Model showing the effect of different degrees of heterogeneity in fragmented landscapes on the persistence of primate populations. Scenario I presents highly homogenous landscapes (pasture lands or other non arboreal monocultures), and scenarios II and III are landscapes that differ in heterogeneity with respect to the number of agrosystems that coexist such as pasture lands, forest fragments, arboreal agrosystems, forest plantations and live fences. Heterogeneous landscapes seem to be more favourable for primate population persistence than homogenous landscapes (scenario I).

importante de los paisajes que favorecen tanto la dispersión y conectividad entre segmentos aislados de poblaciones de primates como su persistencia en el mediano y largo plazo (Harvey *et al.* 2004; Mandujano *et al.* 2005). Los estudios con primates indican también que en la mayoría de los casos los primates no constituyen una plaga para los cultivos, ya que estos explotan principalmente las hojas y frutos de los elementos arbóreos que aportan sombra a los cultivos de, por ejemplo, cacao y café o cosechan los insectos distribuidos en los cultivos arbolados (Muñoz *et al.* en prensa; Harvey datos no publicados). Además, la presencia y actividades de los primates en los agrosistemas pueden ser benéficas para éstos. Por ejemplo, las actividades de forrajeo de hojas y frutos, así como el desalojo de ramas secas y otra materia orgánica de los árboles puede fomentar la productividad primaria al acelerar el flujo de materia, nutrientes y energía en el agrosistema (Estrada & Coates-Estrada 1993). La ingestión de frutos puede favorecer la dispersión y establecimiento de semillas de aquellas especies que son fuente de alimento para los primates, contribuyendo así a su persistencia en la plantación y a la posibilidad de que este germoplasma pueda ser recolectado por los agricultores para actividades de reforestación dentro y fuera de la plantación (Estrada *et al.* 2005 b).

Finalmente, el comportamiento y patrones de defecación de los monos pueden resultar en adiciones importantes de nutrientes en el suelo del agrosistema. Por ejemplo, las excretas de monos aulladores tienden a ser muy ricas en nutrientes (considerando su peso seco) como nitrógeno (1.8 - 2.1 %) y fósforo (0.3 - 0.4 %) (Milton *et al.* 1980). Estos valores exceden significativamente a los promedios registrados para la hojarasca del suelo de la selva con aproximadamente 1 % N y 0.04 % P (Feeley 2005). En los agrosistemas en que los primates residen, es posible que esta aportación de nutrientes beneficie no solamente a las plantas usadas por los primates como substrato y como fuente de alimento, sino también a aquellas que constituyen los cultivos económicamente importantes (Muñoz *et al.* en prensa).

Para concluir, es necesario señalar que aquí se hace un diagnóstico inicial acerca del valor de

algunos agrosistemas para la conservación de poblaciones de primates en el Neotrópico y que se requieren mas reconocimientos y evaluaciones. Estos esfuerzos deberán estar dirigidos a incrementar datos sobre la presencia, actividades, tamaño y demografía de las poblaciones de primates en agrosistemas. Asimismo, monitoreos en el mediano y largo plazo de las poblaciones son imprescindibles para calibrar su persistencia y éxito reproductivo en hábitat antropogénicos y en paisajes heterogéneos, para obtener información sobre el



Figura 7. Investigaciones necesarias alrededor del tema de conservación de primates en agrosistemas en paisajes fragmentados por la actividad humana. Estas cubren aspectos básicos como reconocimiento y monitoreo de las poblaciones hasta aspectos de manejo de los paisajes fragmentados en los que se contempla el restablecimiento de la conectividad del paisaje a través del posicionamiento intermedio de agrosistemas arbolados y del establecimiento de franjas lineales de vegetación que pueden ser usados por los primates como trampolines ("stepping stones") o corredores para desplazarse en el paisaje.

Figure 7. Studies that are needed on the conservation of primates in agrosystems in landscapes fragmented by human activities. These include basic aspects such as population surveys and monitoring, and the management of fragmented landscapes through the re-establishment of landscape connectivity by placing intermediate arboreal agrosystems and establishing lines of vegetation that may be used by the primates as stepping stones or corridors to move through the area.

impacto de los primates sobre los cultivos, para determinar la naturaleza de las interacciones entre estos y los agricultores. Finalmente, la integración de estos tipos de información es fundamental para diseñar programas de manejo de los paisajes y de las poblaciones de primates que ahí se encuentran (Figura 7).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico del Scott Neotropic Fund, de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto CATIE, Costa Rica, de la Universidad Nacional Autónoma-Heredia

(Costa Rica), CONACYT (México) y del proyecto FRAGMENT subsidiado por la Unión Europea (ICA4-CT-2001-10099). Los autores agradecen la mejora editorial del manuscrito al Dr. Alberto Sánchez, Dr. Salvador Montiel y a la M en C Sarie Van Belle.

LITERATURA CITADA

- Altieri MA (2004) Globally Important Indigenous Agricultural Heritage Systems (GIAHS): extent, significance, and implications for development. http://www.fao.org/ag/aql/agll/qiahs/documents/backgroundpapers_altieri.doc
- Anónimo (2004). United Nations Development Agency. Human Development Report. UNEP, United Nations Environmental Program. [www.rolac.unep.mx/reconat/ esp/CBM/](http://www.rolac.unep.mx/reconat/esp/CBM/)
- Anónimo (2005) FAO Statistical Data Bases. <http://faostat.fao.org/>
- Daily G, Ceballos G, Pacheco J, Suzan G, Sánchez-Azofeifa A (2003) Country side biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes in Costa Rica. *Conservation Biology* 17: 1815-1826.
- Donald PF (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology* 18: 17-37.
- Estrada A, Coates-Estrada R (1993) Aspects of Ecological Impact of Howling Monkeys (*Alouatta palliata*) On Their Habitat: A Review. En: Estrada A, Rodríguez Luna E, López-Wilchis R, Coates-Estrada R (eds) *Avances en: Estudios Primatológicos en México I*. Asociación Mexicana de Primatología, A.C. y Patronato Pro-Universidad Veracruzana, A.C. Xalapa, Veracruz, México: 87-117.
- Estrada A, 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, Coates-Estrada R (2002) Bats in Continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 2: 237-245.
- Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke LG (2005a) Overview of the Mesoamerican primate fauna, primate studies and conservation concerns: an introduction. En: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke LG (eds) *New Perspectives in the study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Springer Press, NY: 1-22.
- Estrada A, Saenz J, Harvey C, Naranjo E, Muñoz, D, Rosales-Meda M (2005b) Primates in agroecosystems: conservation value of agricultural practices in Mesoamerican landscapes. En: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke LG (eds) *New Perspectives in the study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Springer Press, NY: 437-470.
- Feeley K (2005) The role of clumped defecation in the spatial distribution of soil nutrients and the availability of nutrients for plant uptake. *Journal of Tropical Ecology* 20: 1-4.
- Greenberg R (2004) Biodiversity in the Cacao Agroecosystem: Shade Management and Landscape Considerations. Migratory Bird Center Website. Smithsonian Institution, Washington, D.C. 12 pp.
- Harvey C, Tucker N, Estrada A (2004) Can live fences, isolated trees and windbreaks help conserve biodiversity within fragmented tropical landscapes? En : Schroth G, Fonseca G, Gascon C, Vasconcelos H, Izac AM, Harvey C (eds) *Agroforestry and Conservation of Biodiversity in Tropical Landscapes*. Island Press Inc, New York: 261-289.
- Henle K, Lindemayer DB, Margules CR, Saunders DA, Wissel C (2004a) Species survival in fragmented landscapes: where are we now? *Biodiversity and Conservation* 13: 1-8.
- Henle K, Davoes KF, Kleyer M, Margules C, Settele J (2004b) Predictors of species sensitivity to fragmentation.

- Biodiversity and Conservation 13: 207-251.
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Dirham RK, Stoufer PC (2002) Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22 year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.
- Law BS, Anderson J, Chidel M (1999) Bat communities in a fragmented landscape on the south-west slopes of New South Wales, Australia. *Biological Conservation* 88: 333-345.
- Mandujano S, Escobedo-Morales LA, Palacios-Silva R, Arroyo V, Rodríguez-Toledo, EM (2005) A metapopulation approach to conserving the howler monkey in a highly fragmented landscape in Los Tuxtlas, Mexico. En: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke LG (eds) *New Perspectives in the study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Kluwer Press, NY.
- Michon G, de Foresta H (1995) The Indonesian agro-forest model. En: Halladay P, Gimour DA (eds). *Conserving Biodiversity outside Protected areas: the role of traditional agroecosystems*. IUCN. Gland, Switzerland: 90-106.
- Milton K, van Soest PJ, Robertson JB (1980) Digestive efficiencies of wild howler monkeys. *Physiological Zoology* 4: 402-409.
- Mittermeier RA, Myers N, Thomsen JB (1998) Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12:516–520.
- Muñoz D, Estrada A, Naranjo E, Ochoa S. Foraging ecology of howler monkeys in a cacao (*Theobroma cacao*) plantation, Tabasco, Mexico. *American Journal of Primatology* (en prensa).
- Perfecto I, Armbrecht I (2003) The coffee agroecosystem in the Neotropics: combining ecological and economic goals. En: Vandermeer JH (ed) *Tropical Agroecosystems*. CRC Press, New York: 159-194.
- Rice RA, Greenberg R (2000) Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 3: 167-176.
- Rylands A, Groves CP, Mittermeier RA, Cortéz-Ortiz L, Hines J (2005) Taxonomy and distributions of Mesoamerican Primates. En: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke LG (eds) *New Perspectives in the study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Springer Press, NY: 29-79.
- Salafsky N (1993) Mammalian use of a buffer zone agroforestry system bordering Gunung Palung National Park, west Kalimantan, Indonesia. *Conservation Biology* 7: 928-933.
- Schroth G, Fonseca G, Gascon C, Vasconcelos H, Izac AM, Harvey C (2004) *Agroforestry and Conservation of Biodiversity in Tropical Landscapes*. Island Press Inc. NY: 450.
- Schulze MD, Seavy NE, Whitacre DF (2000) A comparison of phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash-and burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32:174-184.
- Somarriba E, Harvey CA, Samper M, Anthony F, Gonzales J, Slaver Ch, Rice RA (2004) Biodiversity conservation in Neotropical coffee (*Coffea arabica*) plantations (2004). En: Schroth G, Fonseca G, Gascon C, Vasconcelos H, Izac AM, Harvey CA (eds) *Agroforestry and Conservation of Biodiversity in Tropical Landscapes*. Island Press Inc, NY: 198-226.
- Vandermeer JH (ed) (2003) *Tropical Agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, Fl. 300 pp.