

Análisis de la Dinámica de la Fauna de Aves y Murciélagos para la Evaluación de las Interrelaciones entre Dos Tipos de Ecosistemas

**Yelinda Araujo, Diego Bonilla, Enrique Dalmau, Eligio García, Maltiano Moreta,
Yolanda Nava, Ruth Rodríguez y Susan Swales**

Resumen

Dado que en los sistemas naturales existe una combinación compleja de interacciones bióticas y disponibilidad de recursos que limitan el nivel de la población, una modificación en el ambiente dada por la apertura de terrenos agrícolas, acarrea consigo alteraciones en la dinámica de las comunidades. En este trabajo estudiamos el papel de la fauna silvestre (aves, murciélagos y pequeños roedores) como posible indicadora de las interacciones que se establecen entre la matriz de vegetación antrópica (bananera) y un fragmento remanente de bosque natural (bosque tropical húmedo). Todo lo anterior se refleja en la abundancia, riqueza y calidad de las especies presentes, así como, sus hábitos alimentarios y el uso de la vegetación circundante. Utilizamos redes de niebla y trampas Sherman en ambos sitios. El mayor número de especies e individuos capturados correspondió al grupo de los quirópteros, con una mayor diversidad en el sistema de bananera ($H=0.91$) que el bosque ($H=0.74$), compartiendo un 50% de sus especies. En el grupo de las aves la tasa de captura fue menor y el índice de similitud de 0, indica que no hubo similitud alguna entre ambas faunas. Los resultados obtenidos sugieren la existencia de algunas interrelaciones de importancia agroecológica entre las comunidades de murciélagos y aves en los sistemas estudiados, dado que la fauna intercambia materia y energía entre los dos sistemas estudiados, así como puede provocar una alteración en el equilibrio natural de las poblaciones.

Ayuda Técnica: José Manuel Mora y Vernon Arias

Palabras Claves: murciélagos, aves, interacción, ecosistema, hábitat

Introducción

La alteración y destrucción directa de los ecosistemas implica una reducción en la diversidad de los organismos presentes en una región dada. Sin embargo, la conversión de ecosistemas naturales a agroecosistemas tiene impactos diferentes en la vida silvestre presente en el área y dependerá de los hábitos y requisitos alimentarios de las diferentes especies (Organización para Estudios Tropicales, 1998). Por ejemplo, los cultivos se convierten en fuentes de alimento para los animales generalistas, lo que produce un impacto sobre otras poblaciones de organismos más especializados en términos de sus requisitos alimentarios y de hábitat (Carroll, 1990). Altieri y Letourneau (1984) sugieren que muchas especies de la fauna silvestre mantienen una dinámica de intercambio entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas, actuando como polinizadores, dispersores de semillas o depredadores de insectos, como es el caso de las aves, los murciélagos y los roedores.

En Costa Rica se han encontrado más de 820 especies de aves, de las cuales 600 son residentes permanentes (Stiles, 1995). Las aves cumplen un papel ecológico importante en el control de insectos y roedores, además muchas son agentes dispersores de semillas y son importantes como polinizadores de flores. Así mismo en algunos bosques tropicales, aproximadamente 80% de las especies de árboles y arbustos producen frutos adaptados para ser consumidos y diseminados por vertebrados (Janzen, 1978 citado por López, 1996), así los frutos de varias plantas pioneras son consumidos principalmente por murciélagos y aves (Charles-Dominique, 1986 citado por López, 1996).

El orden Chiroptera representa la mitad de las especies de mamíferos en Costa Rica, con 108 especies distribuidas en nueve familias. Su papel ecológico es muy relevante, ya que existen muchas especies insectívoras, por lo que depredan una gran cantidad de insectos, muchos de los cuales son perjudiciales para el hombre (Mora, en prensa). También existen especies frugívoras

y nectarívoras, las cuales son polinizadoras y dispersoras de una gran cantidad de semillas, contribuyendo no solo a la regeneración natural de los bosques, sino a la restauración de espacios abiertos, donde los murciélagos con frecuencia tienen mayor actividad que las aves (Morton, 1989). Así, la elección alimentaria y la conducta de forrajeo de los murciélagos son críticas para el establecimiento exitoso de muchas plantas arbustivas en la sucesión secundaria de los bosques tropicales (Fleming, 1988 citado por López, 1996).

Por otro lado, los roedores pequeños pueden ser utilizados como especies indicadoras, pues sus poblaciones varían fuertemente, dependiendo de la cobertura vegetal y a menudo también alternan sus fuentes alimentarias (Janzen, 1991). Generalmente se alimentan de semillas durante la época seca y se convierten en insectívoros durante la estación lluviosa o quizás son capaces de adaptarse a una combinación de frutos, retoños, flores y hojas (Timm, et al, 1989 citado por Alonso et al., 1997).

Por todo lo anterior, el conocimiento de algunas comunidades de animales silvestres podría permitirnos entender las consecuencias de las alteraciones en un ecosistema, a través de los efectos sobre los organismos, y extrapolar nuestro entendimiento al sistema en totalidad (Organización para Estudios Tropicales, 1998). Específicamente, nuestra investigación tiene como objetivo principal el estudio de la fauna silvestre (murciélagos, aves y roedores) como indicadora de las interacciones que se establecen entre un fragmento de vegetación antrópica (bananera) y un bosque natural (bosque tropical húmedo), en términos de la abundancia y riqueza de especies de estos grupos, así como la calidad de las especies encontradas, sus hábitos alimentarios y el uso de la vegetación circundante principalmente.

Metodología

El estudio lo realizamos en una zona de bosque primario (S) y un agroecosistema de banano (B). El sitio S está situado en la Estación Biológica La Selva (EBLS) en el Cantón de Sarapiquí, Heredia (10' E 26' N, 83' E 59' W), entre la confluencia de los ríos Sarapiquí y Puerto Viejo. La altitud dentro de la estación varía entre 35 y 137 msnm. La vegetación de la zona corresponde a bosque tropical húmedo y bosque húmedo premontano (Hartshorn y Hammel, 1994). La reserva consta de

1,536 ha de las cuales el 55% corresponde a bosque primario, 7% a bosque primario de extracción selectiva, 11% bosque secundario joven, 18% pastura sucesional, 8% plantaciones abandonadas y 0.5% de áreas para investigación. La precipitación promedio anual fue de 3,292 mm y la temperatura promedio mensual de 25.8 °C con poca variación entre meses (Sanford et al. 1994). Los suelos son de origen volcánico ricos en nutrientes, aunque con bajo contenido de materia orgánica (McDade y Hartshorn, 1994). El sitio B se encuentra ubicado a dos km de la EBLS, con una extensión de 25 ha. El sitio colinda con el Bosque Protegido El Gavilán, el cual posee 25 ha. El área de cultivo forma parte de la Compañía Bananera Atlántico (COBAL). La historia de uso de B se remite a un bosque natural perturbado por la extracción selectiva de maderas comerciales, el cual fue talado en 1991 para establecer la plantación de banano.

Una vez que ubicamos los sitios de estudio realizamos la captura de aves y murciélagos mediante la colocación de redes de niebla (Kunz et al., 1996). Utilizamos 30 m de red en cada sitio. El muestreo consistió de cuatro jornadas consecutivas, dividido en dos periodos (0600-0830 hr y 1800-2030 hr). Identificamos las aves y los murciélagos a nivel de especie (con una excepción). A cada uno de los murciélagos capturados les determinamos el peso y sexo, así como su estado reproductivo. Para las aves sólo registramos el nombre de la especie. Después de clasificar y medir a los individuos capturados los liberamos en el mismo sitio de captura. También colectamos las heces de algunos murciélagos que defecaron al momento de la captura para obtener alguna información sobre sus hábitos alimentarios.

La presencia de roedores pequeños la evaluamos mediante la captura de individuos con el uso de trampas de captura viva (Sherman). Colocamos 40 trampas en cuatro filas a una distancia de cinco m entre ellas y diez m entre trampas. Como cebo utilizamos semillas de maní y las trampas las mantuvimos activas durante tres noches consecutivas.

La diversidad de especies la evaluamos mediante el Índice de Shannon-Wiener (Krebs, 1989) y contrastamos los resultados por medio de una modificación de la prueba de t (Brower, et al. 1989). La similitud entre las dos comunidades faunísticas estudiadas la determinamos por medio del índice de Sorensen (Krebs,

Especie	No. de Individuos	Sexo		Regimen Alimentario	Hábitat
		Macho	Hembra		
La Selva					
<i>Artibeus jamaicensis</i>	7	5	2	Frugívoro	Áreas abiertas
<i>Carollia castanea</i>	6	3	3	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Carollia brevicauda</i>	2	1	1	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Carollia perspicillata</i>	2	2	0	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Glossophaga comissarisi</i>	1	1	0	Nectarívoro	Bosques, plantación de banano y claros
<i>Trachops cirrhosus</i>	5	1	4	Carnívoro	Bosques, cerca de cuerpos de agua
Plantación de Banano					
<i>Carollia castanea</i>	5	1	4	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Carollia brevicauda</i>	3	0	3	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Carollia perspicillata</i>	4	0	4	Frugívoro	Áreas abiertas y bosques
<i>Glossophaga sorticina</i>	2	1	1	Nectarívoro	Bosques, plantación de banano y claros
<i>Glossophaga comissarisi</i>	2	1	1	Nectarívoro	Bosques, plantación de banano y claros
<i>Phyllostomus discolor</i>	4	1	3	Insectívoro	Bosques, ocasionalmente áreas alteradas
<i>Rhogeessa tumida</i>	2	0	2	Insectívoro	Áreas abiertas
<i>Stenoderminae Spp. 1</i>	3	1	2	Frugívoro	Áreas abiertas

Tabla 1. Número de Individuos por Especie de Murciélagos Encontrados en La Selva (S) y Plantación de Banano (B) con su Principal Hábito Alimentario, Sarapiquí, Heredia, 1998

1989). Determinamos el esfuerzo de captura de la fauna de murciélagos tomando el número de metros de red multiplicado por el número de horas por noche ($m \times hr$). Luego dividimos el número de murciélagos capturadas en cada uno de los dos hábitats en estudio entre el esfuerzo de captura para obtener un valor comparativo entre las áreas. La evaluación del potencial del uso de la vegetación presente en el bosque por parte de las especies de aves y murciélagos capturadas, la realizamos con un censo radial y visual a nivel de soto-bosque de 30 m aproximadamente desde el punto medio del sitio de estudio. Para el bananal este censo lo hicimos en el borde del bosque. Además realizamos una revisión de su dosel con binoculares y de algunos frutos encontrados en el suelo.

Resultados

De los tres grupos de vertebrados seleccionados como posibles indicadores de estas interacciones, los murciélagos dada su abundancia (más del 50% de los mamíferos silvestres de Costa Rica), tuvieron un mayor número de especies e individuos capturados. En el punto S, se capturaron 23 individuos de siete especies, mientras que en B fueron 25 y nueve respectivamente.

La diversidad de especies (H') por sitio fue diferente ($H'_S=0.74$, $H'_B=0.91$; $t=11.52$, g.l.=48, $p<0.05$) (Tabla 1). El índice de similitud entre las dos comunidades de murciélagos fue de 0.5, lo que indica que estas comparten un 50% de sus especies. Por otro lado, los hábitos alimentarios de los murciélagos capturados en ambos ambientes fueron variados, en donde los frugívoros representaron el grupo dominante con un 74% en S y un 60% en B (Figura 1, Tabla 2). El esfuerzo de captura de murciélagos en S fue de 0.07 individuos por $m \times hr$ y en B de 0.08 individuos por m por hr . Las hembras capturadas representaron el 67% del total de la muestra.

Capturamos siete especies de aves y encontramos poca diferencia entre el número de individuos y especies entre los dos sitios de estudio (Tabla 1). La diversidad de los dos sitios no fue diferente ($H'_S=0.27$, $H'_B=0.6$, $t=1.86$, g.l.=4.09, $p>0.05$). El 75% de las aves capturadas en S son nectarívoras y el 67% en B son insectívoras (Figura 2, Tabla 3). El índice de similitud en este grupo fue igual a cero, lo cual indica que no encontramos ninguna especie en común. Sin embargo, el número de muestras es muy pequeño para hacer cualquier conclusión de valor al respecto.

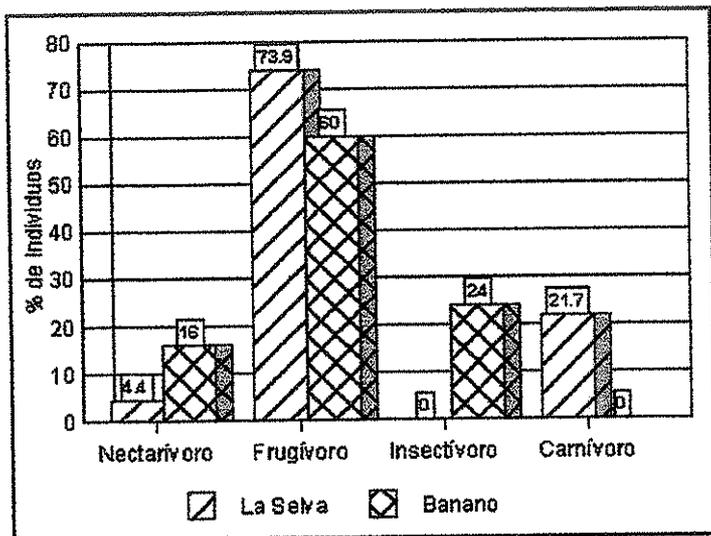


Figura 1. Porcentaje de Individuos por Gremio Alimentario de los Murciélagos Capturados en La Selva y el Bananal, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 1998

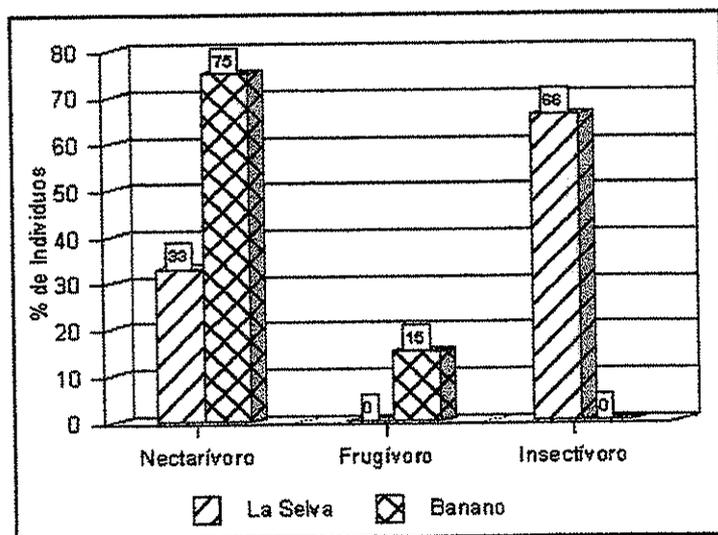


Figura 2. Porcentaje de Individuos por Gremio Alimentario de las Aves Capturadas en La Selva y el Bananal, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 1998

En el estudio de la vegetación encontramos que 57.1% de plantas son una fuente de alimento (néctar y polen) para los murciélagos *Glossophaga* e incluso *Phyllostomus* (de hábitos generalistas), así como para las aves del género *Phaethornis*. El restante 42.9% de plantas con frutos podrían ser aprovechados por los murciélagos del género *Carollia* y *Artibeus*. Un 62.5% de plantas observadas en el borde cercano a B producen néctar atractivo para murciélagos de los géneros *Glossophaga* y *Phyllostomus*, y de aves *Amazilia*, *Glaucis* y *Phae-*

tornis. De la evaluación visual de la flora circundante a los sitios de estudio, un 37.5% fueron plantas con frutos, asociadas a los hábitos alimentarios de murciélagos del género *Carollia*, y la subfamilia *Stenoderminae*, además de *Turdus grayi* (Orlando Vargas, 1998. com. per.)

Finalmente, en cuanto a la captura de pequeños mamíferos el registro fue muy escaso (sólo un individuo de *Oryzomys bolivaris*), por lo que estos resultados no serán incluidos en la discusión. Finalmente para el caso de los roedores, creemos que algunos factores que pudieron repercutir en la escasez de individuos capturados fueron: los pocos días de muestreo, una menor probabilidad de captura en tierras bajas, el número insuficiente de trampas, una pequeña área de muestreo y una baja densidad poblacional (Mora com pers, 1998.)

Discusión

Se postula que el arreglo espacial del paisaje es un factor que determina la estructura y la función de las poblaciones de animales y de comunidades. Un paisaje homogéneo crea condiciones de hábitat idénticas en toda el área. Por lo tanto, la probabilidad de encontrar una especie cualquiera debe ser constante en cualquier punto de dicho paisaje (Dobrowoski et al., 1993). La población de individuos debe exhibir características iguales en cuanto a su estructura y densidad, no importa de donde sacamos una muestra de ellos. Las barreras antropogénicas desestabilizan la homogeneidad del paisaje. La heterogeneidad consiste de parches caracterizados por calidades, formas y áreas diferentes (Dobrowoski et al., 1993).

Consecuentemente los parches variables de los paisajes heterogéneos estarán habitados por animales, poblaciones y comunidades diferentes.

Sin embargo los valores de H' obtenidos en este estudio para los murciélagos (Tabla 4) es un indicativo de la importancia que tienen las áreas perturbadas como zonas de forrajeo para algunos animales. Así, podemos afirmar que los sistemas agrícolas pueden cambiar la historia natural de un área y que estos se convierten en fuentes de alimento para los animales generalistas,

Hábito Alimentario	La Selva (S)		Bananal (B)	
	No. de Individuos	Abundancia Relativa (%)	No. de Individuos	Abundancia Relativa (%)
Nectarívoro	1	4.4	4	16.0
Frugívoro	17	73.9	15	60.0
Insectívoro	0	0.0	6	24.0
Carnívoro	5	21.7	0	0.0
Total	23	100.0	25	100.0

Tabla 2. Clasificación de las Especies de Murciélagos Según sus Hábitos Alimentarios Encontrados en La Selva (S) y Plantación de Banano (B), Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 1998

Hábito Alimentario	La Selva (S)		Bananal (B)	
	No. de Individuos	Abundancia Relativa (%)	No. de Individuos	Abundancia Relativa (%)
Nectarívoro	2	33.3	3	75.0
Frugívoro	0	0.0	1	15.0
Insectívoro	4	66.6	0	0.0
Total	6	100.0	4	100.0

Tabla 3. Clasificación de las Especies de Aves Según sus Hábitos Alimentarios Encontrados en La Selva (S) y Plantación de Banano (B), Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 1998

	La Selva (S)		Bananal (B)	
	Murciélagos	Aves	Murciélagos	Aves
No. Total de Individuos	23	6	25	4
No. Total de Especies	7	3	9	4
Índice de Diversidad (H')	0.74	0.27	0.91	0.6

Tabla 4. Valores de los Índices de Diversidad (H') para las Especies de Aves y Murciélagos Encontradas en La Selva (S) y Plantación de Banano (B), Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 1998

produciendo un impacto sobre otras poblaciones de organismos más especializados en términos de sus requisitos de hábitat y alimentación (Carroll, 1990). A pesar de que la comparación de la diversidad de los dos sitios de estudio la estimamos con el H', es pertinente aclarar que el mismo considera la inequidad natural en las poblaciones de las especies raras, como es el caso de *T. cirrhosus*, cuyo hábitat se restringe al bosque primario.

La similitud entre la fauna de los quirópteros (50%) sugiere que alrededor de la mitad de las especies capturadas tienen los mismos hábitos, quizá utilizando el bosque como refugio y las zonas abiertas para forrajeo. Suponemos que la captura de un mayor número de

individuos de las especies *Carollia castanea*, *C. brevicauda*, *C. perspicillata* y *Glossophaga commissarici*, se debe a que estas son las más abundantes en los bosques de Centroamérica (Dalquest y Walton, 1970 citado por Silva, 1979). Además, la evaluación visual de la vegetación indica la abundancia de alimento potencial para estas especies frugívoras y nectarívoras. Otro evidencia es el hecho de haber capturado *Trachops cirrhosus* sólo en el bosque. Esta especie es menos abundante y sus hábitos alimentarios (pequeños vertebrados, especialmente ranas) se restringen a áreas boscosas.

Nuestros resultados muestran una predominancia en el número de hembras (63%) que puede justificarse por la explotación diferencial del nicho alimentario como una vía efectiva para reducir la competencia intersexual (Silva, 1979). Así como esta desigualdad en la proporción de sexos, también puede deberse a que en el sistema de apareamiento en el grupo de los mamíferos (poligamia) es muy común encontrar un número alto de hembras (J.M. Mora, 1998, com. pers.). Tanto las aves como los murciélagos requieren de un gran gasto de energía metabólica; los músculos del vuelo necesitan una gran cantidad de oxígeno.

Debido a lo anterior, la competencia por recursos hace necesario que las estrategias sean eficientes en la búsqueda y obtención de alimento en ambos grupos. El mayor número de hembras capturadas se encontraban en lactancia, por lo que suponemos que al tratar de disminuir el gasto energético buscan zonas abiertas con alto potencial de abundancia de alimento. En relación a la presencia de troquílidos en B, podemos suponer que se debe al uso de rutas despejadas hacia el área de borde, donde encontramos gran cantidad de *Hibiscus rosacinensis* rica en néctar, y abundancia de insectos para su dieta, además de la colecta de telarañas para la fabricación de sus nidos.

La competencia entre especies con similares requeri-

mientos alimentarios tienden a la extinción de aquellas con menor habilidad competitiva. Además, entre más difieran en requerimientos alimentarios mayor será el número de especies que puedan coexistir en dicha área, ya que la competencia es sobre todo intraespecífica (Silva, 1979). Lo anterior puede ocurrir con algunas especies de aves y murciélagos que comparten el mismo régimen alimentario, como en el caso de los géneros de aves *Amazilia*, *Phaethornis*, *Glaucis* y *Turdus*, y los géneros de murciélagos *Glossophaga* y *Carollia* que utilizan las mismas especies de plantas para alimentarse (*Cecropia insignes*, *C. obtusifolia*, *Heliconia integrina* y *Solanum rugosum*, Tabla 4). En éste caso, la competencia puede ser indirecta debido a la diferencia en los horarios de forrajeo.

En términos del papel ecológico que juegan las especies capturadas, estudios anteriores han informado que las aves y los murciélagos principalmente ayudan a mantener la diversidad del bosque y contribuyen a su regeneración en tierras deforestadas. Algunos estudios indican que las semillas dispersadas por los murciélagos pueden conformar casi el 95% del crecimiento de plantas en estas tierras. Por otro lado, algunas plantas de importancia económica dependen directamente de los murciélagos para su polinización y dispersión de semillas. Para este estudio en particular, aunque las variedades convencionales de plátano no requieren ser polinizadas, las variedades ancestrales se cruzan ocasionalmente con las comerciales para combatir enfermedades o mejorar la productividad y estas últimas si dependen de los murciélagos para su polinización. Por lo tanto, los murciélagos continúan jugando un papel importante en el futuro económico de estas plantas, aunque no estén directamente implicados en la producción de la cosecha (Silva, 1979).

En otro contexto, el avance de la frontera agrícola en la región norte del caribe (en la que se incluye nuestra área de estudio) está incrementando la presión sobre los parches remanentes de bosque natural que actualmente sirven de refugio a muchas especies de vida silvestre. Esto podría provocar una mayor competencia por espacio y recursos entre los individuos que ocupan ese nicho ecológico. En base al marco teórico de la teoría de islas (Kalkhoven, 1993), podemos suponer que una reducción en el tamaño efectivo y el aislamiento del fragmento de bosque a causa de la siembra de más hectáreas de banano, por ejemplo como en los últimos ocho años, reducirán las posibilidades de mantener la

diversidad dentro de los parches de bosque en la región. De igual forma, los efectos que produce el aislamiento pueden tener diferentes niveles de impacto sobre la población y los individuos. Así, las especies más móviles pueden desplazarse entre parches cercanos o a través de puentes de hábitat entre islas (Dobrowoski, 1993). Sin embargo, especies que se restringen a áreas boscosas, como el caso de *Trachops cirrhossus* capturado en nuestro estudio, quedan consignados a espacios limitados, incrementando la posibilidad de su extinción local debido a una mayor competencia por espacio y recursos. Es decir, el efecto en la sobrevivencia de las especies dependen de la densidad de la población, del rango de dispersión y de la escala en la cual las especies usan el ambiente (Kalkhoven, 1993).

Conclusiones

A partir del análisis de la dinámica de la fauna silvestre muestreada, podemos afirmar que las especies comparten tanto los hábitats naturales como los agroecosistemas, lo que comprueba la existencia de interrelaciones entre los dos tipos de paisaje. Observamos como las aves y murciélagos intercambian materia y energía con ambos ecosistemas, desarrollando procesos ecológicos tales como la dispersión.

Aunque las modificaciones en el paisaje natural en función de la implementación agrícola introducen nuevos elementos que pueden incrementar la disponibilidad de recursos como nuevas fuentes alimentarias para algunas especies de la fauna silvestre, debe quedar claro que sólo algunas especies con cierta plasticidad logran adaptarse a estas alteraciones. Este es el caso de algunas aves y murciélagos, dada su alta movilidad y amplio nicho alimentario. Para la gran mayoría de la fauna, la disponibilidad de recursos es limitada a su hábitat natural con la consecuente reducción o desaparición de sus poblaciones. Por otro lado, esta nueva disponibilidad de recursos alimentarios por los agroecosistemas no presenta una estabilidad en el tiempo y las comunidades que de ella dependen no solo se verán afectadas por el futuro incierto de estas producciones, sino que el propio manejo agrícola (plaguicidas, fertilizantes, etc.) repercute en su estabilidad genética. Para una mejor proyección en los planes de desarrollo y/o conservación, se deben tomar en consideración este tipo de estudios, que nos brindan valiosos métodos para evaluar los efectos que ocasionan el uso agrícola de la tierra sobre los ecosistemas naturales.

Literatura Citada

- Altieri, M. y A.K. LeTurneau. 1984. Vegetation Diversity and Ecological Systems at the Landscape Level. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 27:119-130.
- Alonso, A., A. Bonilla, J.L. Galindo, E. Huntley, E. Meza, E. Nascimento, M. Santana y G. Villamil. 1997. La Fauna Silvestre como Indicadora de Interacciones entre un Area de Bosque Natural y un Agroecosistema. Pps. 61-70 en M.E. Swisher, J.M. Mora y J.C. Rodriguez (eds.), *Memorias del Curso de Agroecología 97-7*. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica.
- Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. von Ende. 1989. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. c. Brown Publishers, New York. Pps 119-123.
- Carroll, C.R. 1990. The Interface between Natural Areas and Agroecosystems. Pp. 365 en C.R. Carroll, J.V. Vandermeer y P.M. Rosset (eds.), *Agroecology*. McGraw Hill, New York, NY.
- Dobrowolski K., A. Banche, A. Kozakiewicz y M. Kozakiewicz. 1993. Effect of Habitat Barriers on Animal Populations and Communities in Heterogeneous Landscapes. Pps 61 - 70 en R.G.H. Bunce, L. Ryszkowski y M.G. Paoletti (eds.), *Landscape Ecology and Agroecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Forman, R.T.T. 1996. Ecologically Sustainable Landscapes: The Role of Spatial Configuration. Pps 261-277 en I.S. Zonneveld y R.T.T. Forman (eds.), *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Hartshorn, G.S. y B.E. Hammel. 1994. Vegetation Types and Floristic Patterns. Pps. 573-589 en L.A. McDade, K.S., Bawa, H.A. Hespenheide y G.S., Hartshorn (eds.), *La selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Janzen, D.H., D.E. Wilson. 1991. Mamíferos. Pps. 439-450 en D.H. Janzen (ed.), *Historia Natural de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José,
- Costa Rica.
- Kalkhoven, J.T.R. 1993. Survival of Populations and the Scale of the Fragmented Agricultural Landscape. Pps. 83-90 en R.G.H. Bunce, L. Ryszkowski, M.G. Paoletti (eds.), *Landscape Ecology and Agroecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Kunz, T.H., D.W. Thomas, G.C. Richards, C.R. Tidemann, E.D. Pierson y P.A. Racey. 1996. Observational Techniques for Bats. Pp 157-162 en D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nicols, R. Rudran y M.S. Foster (eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*. Washington and London.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers, New York, NY. Pps. 376-378.
- López, J.E. 1996. Hábitos Alimentarios de Murciélagos Frugívoros y su Participación en la Dispersión de Semillas. *En Bosques Húmedos de Costa Rica*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- McDade, L.A. y G.S. Hartshorn. 1994. La Selva Biological Station. Pps. 6-14 en L.A. McDade, K.S., Bawa, H.A., Hespenheide y G.S. Hartshorn (eds.), *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Mora, J.M. En prensa. *Los Mamíferos Silvestres de Costa Rica*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED), San José, Costa Rica.
- Mora, J.M. 1998. Comunicación personal. Catedrático de la Universidad de Costa Rica.
- Morton, P.A. 1989. Murciélagos Tropicales Americanos. World Wildlife Fund, Washington D.C. Pp. 7.
- Odum, E. 1984. Properties of Agroecosystems. Pps. 5-11 en R. Lowrance, B.R. Stinner y G.J. House (Eds.), *Agricultural Ecosystems: Unifying Concepts*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Organización para Estudios Tropicales. 1998. *Material Introductorio del Modulo 2. Curso de Agroecología 98-7*. Mimeografiado.

- Sanford, R.L., P. Paaby, J.C. Luvall y E. Phillips. 1994. Climate, Geomorphology, and Aquatic Systems. Pps. 19-33 en L.A. McDade, S.K. Bawa, H.A. Hespenheide, y G.S. Hartshorn (eds.), *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Silva, T. 1979. *Murciélagos de Cuba*. Academia de Ciencias, La Habana, Cuba. Pps.420-432.
- Stiles, F.G. 1995. *Guía de Aves de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica. 686 p.
- Vargas, O. 1998. Comunicación personal. Organización para Estudios Tropicales, Agroecología 98-7. Estación La Selva.
- Wilson, D.E. 1991. Lista de Mamíferos. Pp. 497 en D.H. Janzen, *Historia Natural de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.