
Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica

GERARDO CEBALLOS Y DAVID VALENZUELA

Las diferencias ecológicas más importantes entre las selvas tropicales siempre verdes o semidecíduas y las selvas secas se relacionan a diferencias en la cantidad y estacionalidad de la precipitación anual y en la variación anual de la temperatura, lo que conlleva a profundas diferencias estructurales y funcionales que en gran medida determinan su distribución geográfica (Becerra, 2005; Frankie, Baker y Opler, 1974; Hartshorn, 1983; Medina, 1995; Murphy y Lugo, 1986; Rzedowski, 1978).

La vegetación de las selvas secas es de menor altura y con menor complejidad florística y estructural que la de las selvas húmedas, además también son menos productivas (Murphy y Lugo, 1986). Las selvas secas tienen una estacionalidad ambiental marcada y una precipitación pluvial anual más baja (Trejo, este volumen). Durante la estación seca, que dura de cuatro a ocho meses, casi todas las plantas pierden sus hojas y muchas dispersan sus semillas (e.g. Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Bullock, Mooney y Medina, 1995). Los efectos de estos cambios fenológicos en las condiciones microclimáticas son profundos. La comparación entre selvas secas y selvas semidecíduas adyacentes en Costa Rica, al final de la época seca, ha mostrado que las últimas tienen menores temperaturas en el suelo y aire (6.5 y 5.5 °C, respectivamente), 20% más de humedad relativa (Janzen, 1976) y una capa de hojarasca mucho más húmeda (Duellman, 1965a). Sin embargo, tales diferencias microclimáticas tienden a desaparecer durante la estación lluviosa. La estacionalidad fenológica también afecta notablemente la composición, estructura y la dinámica de regeneración de estas selvas (Quigley y

Platt, 2003). En el caso de las especies animales, éstas muestran diferentes respuestas ecológicas, de comportamiento y fisiológicas para enfrentar la estacionalidad climática.

La selva seca se encuentra distribuida en Latinoamérica desde México hasta el norte de Argentina. De acuerdo a su distribución se puede dividir en dos grandes grupos: mesoamericana (México y Centroamérica) y sudamericana (figura 1). La selva seca mesoamericana probablemente cubrió históricamente alrededor de 6 500 000 kilómetros cuadrados, desde el sur de la Península de Baja California y Sonora en México (25° de latitud norte) hasta la península de Nicoya, Costa



Figura 1. La distribución de las selvas secas abarca una extensión considerable desde México hasta Argentina.

Rica y el noroeste de Panamá (10° de latitud norte) a lo largo de la costa del Pacífico (Janzen, 1988). A su vez estas selvas pueden agruparse, por su distribución, en cuatro grandes regiones: Oeste de México, Este de México, Península de Yucatán y Centroamérica (Ceballos y García, 1995). La composición florística y faunística de estas cuatro regiones es muy diferente (Ceballos y García, 1995; Lott y Atkinson, 2002, este volumen).

En México, la selva seca probablemente se originó entre 20 y 30 millones de años, estableciéndose primero en el oeste y de ahí se expandió hacia el sur y el centro del país (Becerra, 2005). En el occidente de México la selva seca cubre grandes extensiones, desde el sur de la Península de Baja California y Sonora hasta Chiapas, penetrando al interior del país por la Cuenca del Río Balsas y la Depresión Central de Chiapas. Una característica de esta selva es que se encuentra aislada geográfica y ecológicamente de otras selvas. Al norte del Istmo de Tehuantepec, la selva seca apenas se conecta con las selvas tropicales húmedas más sureñas que están usualmente en contacto con bosques de encino y en ocasiones de pino. Tal aislamiento ha limitado su riqueza de especies, pero también ha facilitado la especiación en muchos grupos de plantas y animales (e.g. Ceballos y García, 1995; Ceballos y Navarro, 1991; Duellman, 1965a; Flores-Villela, 1991). Remanentes relativamente grandes de selva seca bien conservada aún pueden encontrarse en Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Oaxaca (Trejo, este volumen).

En Centroamérica las selvas secas se encontraban en una franja estrecha a lo largo de la costa del Pacífico desde Guatemala hasta Costa Rica y Panamá (Janzen, 1988). Sin embargo estas selvas han sido severamente fragmentadas y destruidas y sólo el 2% se consideran aún relativamente prístinas (Janzen, 1988). Las selvas secas costarricenses y sudamericanas están entremezcladas o conectadas extensivamente con selvas húmedas, por lo que su diversidad es mayor pero su concentración de especies endémicas menor (Janzen y Wilson, 1983; Mares *et al.*, 1985).

En Sudamérica, las mayores áreas cubiertas por selva seca están o estuvieron en el norte de Colombia y Venezuela, en el noreste de Brasil (“Caatinga”) y en Paraguay, Argentina, Bolivia y Brasil (“Chaco”). Las selvas secas en Colombia y

Venezuela están distribuidas en parches en un área de 700 m² (Eisenberg y Redford, 1979), pero en su mayoría han sido degradadas, transformadas o destruidas (A. Gentry, com. pers.). Estas selvas están en contacto con selvas lluviosas y húmedas y con sabanas (“Llanos”).

Las selvas secas de la Caatinga, que cubren cerca de 6.5 millones de km² (Mares *et al.* 1981; Sampaio, 1995), están sujetas a sequías muy severas y prolongadas y enormes extensiones han sido perturbadas profundamente por actividades humanas (Sampaio, 1995). Existen enclaves de selvas secas más húmedas que son grandes áreas transicionales a vegetación más húmeda hacia el oeste y sur (Mares *et al.*, 1981, 1985; Willig, 1983). Finalmente El Chaco es un enorme mosaico de pastizales y bosques que se transforman en selvas más húmedas al norte y matorrales desérticos al sur (e.g. Mares, 1985; Mares *et al.*, 1985). Actualmente grandes porciones de selva han sido perturbadas severamente por las actividades silvícolas y pecuarias (Mares, 1985; Roig, 1991; Saravia-Toledo, 1985).

Diversidad de especies

En el neotrópico hay por lo menos 1 100 especies de mamíferos, 3 000 de aves y 1 700 de anfibios y reptiles (Ceballos y Sánchez, 1994; Mares y Schmidly, 1991; McNeely *et al.*, 1990). El desconocimiento de las especies de insectos es enorme pero el nivel de riqueza es impresionante; en tres sitios de selva seca en el Pacífico mexicano se han colectado, hasta ahora, 1 611 especies de insectos, entre ellas 153 de odonatos, 401 de escarabajos cerambícidos, 323 de dípteros y 505 de avispas y abejas (Zaragoza *et al.* 2000, este volumen). Cerca de 550 especies de mariposas han sido descritas sólo en Costa Rica y se sabe que un sólo kilómetro cuadrado de selva centroamericana puede contener miles de especies de insectos (Wilson, 1988).

Las selvas tropicales lluviosas y húmedas tienen mayor riqueza de especies y diversidad comunitaria que las selvas secas (cuadro 1; Arizmendi y Ornelas, 1990; Ceballos y García, 1995; Ceballos y Miranda, 1986, 2000; Duellman, 1960, 1965a, 1990; Glanz, 1990; Guyer, 1990; Janson y Emmons, 1990; Janzen, 1983; Karr *et al.*, 1990; Mares *et al.*, 1981, 1985; Medellín, 1992; Ramírez-Pulido *et al.*, 1977; Rand y Myers, 1990; Redford *et al.*, 1990; Rodríguez y

Cuadro 1. Variación latitudinal en la diversidad de especies de vertebrados (excluyendo peces) para sitios (ecoregiones) dominados por selvas secas (SS) y selvas húmedas (SH).

La clave entre paréntesis identifica a la ecorregión según el World Wildlife Fund (2006).

| Ecoregión | Latitud | Rango | Hemisferio | Selva | Especies | | | Total |
|---|---------|-----------|------------|-------|-----------|------|--------------|-------|
| | | | | | Mamíferos | Aves | Herpetofauna | |
| Selvas Secas de Sinaloa (NT 0228) | 24 | 27 - 21 | N | SS | 149 | 325 | 170 | 644 |
| Selvas Secas de Jalisco (NT 0217) | 19.5 | 20 - 19 | N | SH | 137 | 326 | 149 | 612 |
| Sierra de los Tuxtlas (NT0161) | 18 | - | N | SH | 117 | 436 | 124 | 677 |
| Selvas Secas del Balsas (NT0205) | 18 | - | N | SS | 162 | 264 | 186 | 612 |
| Selvas Húmedas del Petén-Veracruz (NT0154) | 17 | 18.5-15.5 | N | SH | 191 | 468 | 329 | 988 |
| Selvas Secas del Pacífico Sur (NT0230) | 17 | 18 - 16 | N | SS | 159 | 299 | 286 | 744 |
| Selvas Húmedas del Istmo Atlántico (NT0129) | 10 | 12 - 8 | N | SH | 217 | 518 | 286 | 1153 |
| Selvas Secas Centroamericanas (NT0209) | 10.5 | 11 - 10 | N | SS | 195 | 330 | 135 | 660 |
| Selvas Húmedas del Chocó-Darién (NT 0115) | 5 | 9 - 1 | N | SH | 215 | 600 | 338 | 906 |
| Selvas Secas ecuatorianas (NT 0214) | 1 | 0 - 2 | S | SS | 129 | 338 | 44 | 511 |
| Selvas Húmedas de Tapajós-Xingu (NT0168) | 5 | 1.6 - 9 | S | SH | 179 | 556 | 171 | 1102 |
| Selvas Húmedas de Ucayali (NT0174) | 7 | 4 - 11 | S | SH | 237 | 603 | 262 | 1097 |
| Caatinga (NT1304) | 8 | 4 - 12 | S | SS | 158 | 320 | 153 | 631 |
| Yungas peruanas (NT0153) | 10 | 5 - 15 | S | SH | 255 | 645 | 197 | 827 |
| Bosques costeros de Bahía (NT0103) | 16 | 12 - 20 | S | SH | 166 | 466 | 195 | 827 |
| Selvas Secas de Chiquitano (NT0212) | 16 | 15 - 17 | S | SS | 209 | 457 | 137 | 803 |
| Selvas Secas del Chaco (NT0210) | 24 | 17 - 31 | S | SS | 193 | 571 | 188 | 952 |

Cadle, 1990; Sick, 1965; Stiles, 1983; Vanzolini *et al.*, 1980; Wilson, 1990).

Superficialmente, la fauna y la flora puede caracterizarse como un subconjunto depauperado de la fauna de las selvas húmedas (Gentry, 1995). Sin embargo, las selvas secas son reservorios especiales de la diversidad de vertebrados y de plantas por sus especies endémicas (Ceballos y García, 1995; Ceballos y Rodríguez, 1993; Gentry, 1995; Mares, 1992; Trejo y Dirzo, 2002) y las poblaciones de muchas especies ampliamente distribuidas muestran, en las selvas secas, adaptaciones fisiológicas y ecológicas únicas para enfrentar la estacionalidad climática (e.g. Ceballos, 1995; Janzen y Wilson, 1983).

Las selvas secas de México no sólo presentan en general una alta diversidad alfa de especies de plantas, sino además presentan una gran beta diversidad, lo que indica claramente la presencia de muchas especies endémicas y procesos locales de diversificación, así como un efecto importante de la heterogeneidad ambiental (Balvanera *et al.*, 2002; Trejo y Dirzo, 2002; Sousa, este volumen; Lot y Atkinson, este volumen).

En México, las especies de vertebrados están representadas en las selvas secas en un 80% a nivel de órdenes, un 73% a nivel de familias y un 51% a nivel de géneros (Ceballos y García, 1995). La riqueza de aves en las selvas secas, a escala continental, es de gran importancia ya que de las 635 especies asociadas a estas selvas, 275 son endémicas y para 300 de ellas, es su hábitat primario (Stotz *et al.*, 1996; Vega, Arizmendi y Morales, este volumen). Asimismo, se han registrado 211 especies de aves que se reproducen en las selvas secas, de las cuales 35 se restringen a las selvas secas de México y de éstas, nueve se encuentran en alguna categoría de riesgo (Vega, Arizmendi y Morales, este volumen). En cuanto a las aves migratorias neárticas, se tiene registrado que de 332 especies de aves, 266 invernan parcialmente en las selvas secas mexicanas y 85 invernan exclusivamente en México (Hutto, este volumen). Para el caso de la herpetofauna, se tiene un registro de 1 165 especies de reptiles y anfibios, de los cuales aproximadamente 364 especies se encuentran reportadas para la región occidente de México (García, este volumen). En las selvas secas de México, los niveles más altos de endemismos están reportados para los anfibios, seguido de los mamíferos y aves y por último los reptiles (Ceballos y García, 1995).

Finalmente, las selvas secas de México presentan una gran riqueza de mamíferos encontrándose alrededor del 35% de las especies del país (Ceballos y García, 1995). Asimismo mantienen el mayor número de géneros y especies endémicas lo que representa el 23% de especies endémicas de México (Ceballos y Oliva, 2005).

Tendencias latitudinales en la diversidad de especies

El patrón geográfico más claro en la diversidad de especies en América es el decremento en la riqueza de especies con el aumento de latitud. El número de especies de vertebrados aumenta de los polos hacia los trópicos. Este patrón ha sido bien establecido para aves y mamíferos en Norte y Sudamérica (Ceballos y Navarro, 1991; Fleming, 1974; Mares y Ojeda, 1982; McArthur y Wilson, 1967; McCoy y Connor, 1980; Wilson, 1974; Willig y Sadlin, 1991; figura 2).

El aumento en las especies de mamíferos se atribuye sobre todo a un aumento en el número de especies de murciélagos (Fleming, 1974; Wilson, 1974; Willig y Sadlin, 1991; Willig y Selcer, 1989). Considerando sólo diferentes grupos de murciélagos, la riqueza de murciélagos filostómidos (con hoja nasal) aumenta más rápido al disminuir la latitud que la riqueza de especies de murciélagos no filostómidos (Willig y Sadlin, 1991; Willig y Selcer, 1989).

Algunos grupos de vertebrados con afinidades zoogeográficas neotropicales muestran una tendencia opuesta, su diversidad decrece a menor latitud; tal es el caso de las familias Geomyidae (tuzas), Heteromyidae (ratas canguro y ratones con abazones), Talpidae (topos), Soricidae (musarañas), Sciuridae (ardillas), Anatidae (patos), Alcidae (alcas), Procellariidae (petreles) y Phasianidae (codornices).

Las tendencias latitudinales en la diversidad de los vertebrados de las selvas secas muestran similitudes interesantes y contrastantes con los patrones generales. Aunque las especies de mamíferos en las selvas secas aumentan con el decremento en la latitud, en cualquier latitud la diversidad de especies es relativamente mayor en las selvas húmedas (figura 3). La menor riqueza de especies en las selvas secas está fuertemente relacionada con la ausencia de muchas especies especializadas de carnívoros, frugívoros o mamíferos semiacuáticos.

La riqueza de especies de aves en las selvas secas no aumenta dramáticamente con la latitud decreciente y el contraste con las selvas húmedas es mayor que el

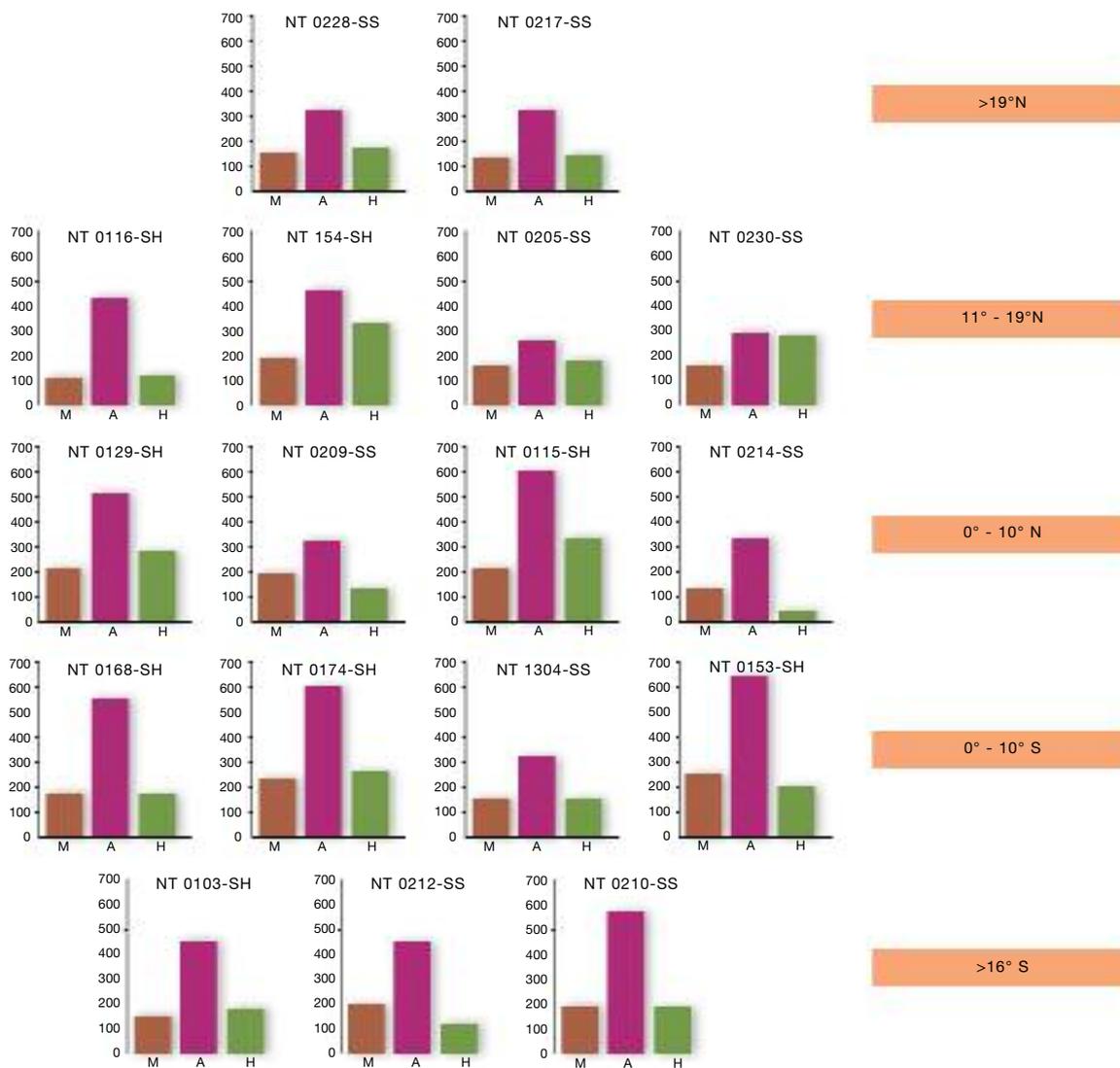


Figura 2. Comparación de la riqueza de especies de mamíferos (M), aves (A) y herpetofauna (H) en ecoregiones dominadas por selva seca (SS) o selvas húmedas (SH) a diferentes latitudes en América (para clave y nombre de las ecoregiones ver cuadro 1).

de los mamíferos (figura 3). La diversidad de especies de reptiles y anfibios disminuye hacia mayores latitudes; en ambos casos, el mayor número de especies se ubica en la costa sur de Oaxaca y norte de Chiapas registrándose el 41% y 58% del total de especies registradas de reptiles y anfibios en el occidente de México respectivamente (García, este volumen).



Figura 3. Patrón latitudinal de aumento en especies de mamíferos con base en cuadros de 2° x 2° (Ceballos y Navarro, 1991) a lo largo del rango de distribución de la selva seca en México (Rzedowski, 1990).

Endemismo

En la región mesoamericana, recién identificada como área crítica para la conservación, se estima que hay unas 2 859 especies de vertebrados de las que unas 1 159 (cerca del 40%) son endémicas (Myers *et al.*, 2000). La mayor parte de estos endémicos están en las selvas secas de esta región. Sin embargo no todas las selvas secas neotropicales presentan el mismo nivel de endemismo; las selvas secas del oeste de México y del Chaco son las que presentan la mayor riqueza de géneros y especies de vertebrados terrestres endémicos (figura 4, cuadro 2). Las selvas secas de México mantienen poblaciones de por lo menos el 34% de todos los vertebrados del país que incluyen a 246 especies de vertebrados endémicos (el 30.9% del total de vertebrados endémicos de México; Ceballos y Miranda, 2000). Esto a una escala continental coloca a las selvas secas mexicanas como las que mantienen los niveles más altos de endemismos de todas las selvas secas del Neotrópico (Ceballos y García, 1995).

En otras selvas secas hay menor endemismo lo que sugiere escenarios tanto de fragmentación extensa y/o poco aislamiento en tiempos geológicos, esto debido en gran parte a que estas selvas eran fácilmente accesibles para los animales de las comunidades adyacentes (e.g. Short, 1974). En general hay un número relativamente bajo de especies de herpetofauna en las selvas secas. El Chaco tiene pocas especies de reptiles endémicas (e.g. Scott y Lovett, 1975) y sólo una especie de lagartija es endémica a la Caatinga (Sampaio, 1995; Vanzolini *et al.*, 1980). Sin embargo, las selvas secas del oeste de México mantienen un gran número de especies endémicas de reptiles y anfibios (177 especies endémicas y 96 especies restringidas a las selvas secas) (García, este volumen). En las selvas secas de las tierras bajas de Jalisco, hay 85 especies de anfibios y reptiles, de las que 42 (49%) son endémicas (García y Ceballos, 1994). Un porcentaje similar de endemividad se ha registrado en otras localidades del oeste mexicano (e.g. Duellman, 1958, 1960, 1965a; Flores Villeda, 1991).

La endemividad de aves es baja en todas las selvas secas, con excepción de las de México, que mantienen al menos 25 aves endémicas. En las selvas de la costa de Jalisco se tienen 24 especies de aves endémicas a México (Arizmendi *et al.*, 2002). En las selvas secas de la región de los Chimalapas, al este de Oaxaca, se

han registrado al menos 16 especies de aves endémicas a México (Peterson *et al.*, 2003). Las comunidades de aves en las selvas secas de Costa Rica son similares a las del norte de centro América y México (Slud, 1964; Stiles, 1983). En la Caatinga sólo hay dos especies de aves endémicas (Sampaio, 1995; Sick, 1965) y cerca de cuatro en El Chaco (Short, 1974).

Entre los mamíferos, números relativamente altos de especies endémicas se encuentran en el oeste mexicano (26 especies; Ceballos y Miranda, 1986; Ceballos y Rodríguez, 1993) y El Chaco (22 especies; Ceballos, 1995; Mares, Ojeda y Barquez, 1989; Redford y Eisenberg, 1989; Willig y Mares, 1989). La Caatinga mantiene la fauna de mamíferos más depauperada entre las selvas secas neotropicales (Mares *et al.*, 1981, 1985; Sampaio, 1995; Streilein, 1982; Willig, 1983); sus dos mamíferos endémicos son un roedor caviomorfo habitante de zonas rocosas (*Kerodon rupestris*) y un armadillo (*Tolypeutes tricinctus*; Cardoso da Silva y Oren, 1993; Willig, 1983). Interesantemente, las comunidades de murciélagos en la Caatinga muestran un grado bajo de similaridad y son más diversas que las de los hábitats cercanos de cerrado más húmedos (Willig, 1983).

La mayoría de los mamíferos endémicos a las selvas secas, tales como musarañas, armadillos, ratones y especies fosoriales (e.g. tuco-tucos), tienen masas corporales pequeñas, movilidad relativamente reducida y tiempos generacionales

Figura 4. La rata (*Hodomys allenii*) y el armadillo del Chaco (*Cabassous chacoensis*) son ejemplos de las especies endémicas de las selvas secas del Pacífico de México y del Chaco, respectivamente.

Fotos: Gerardo Ceballos



Cuadro 2. Mamíferos endémicos a las selvas secas del oeste mexicano y del Chaco en Sudamérica. Algunas especies se asocian con hábitats particulares dentro de zonas dominadas por selvas secas (modificada de Ceballos, 1995).

| | México | Chaco | | México | Chaco |
|--------------------------------|--------|-------|------------------------------|-----------|-----------|
| Orden didelphimorphia | | | Familia Cricetidae | | |
| Familia Didelphidae | | | <i>Akodon dolores</i> | | X |
| <i>Tlacuatzin canescens</i> | X | | <i>Akodon toba</i> | | X |
| Orden Insectivora | | | <i>Andalgalomys pearsoni</i> | | X |
| Familia Soricidae | | | <i>Bibimys chacoensis</i> | | X |
| <i>Megasorex gigas</i> | X | | <i>Graomys domorum</i> | | X |
| Orden Chiroptera | | | <i>Graomys edithae</i> | | X |
| Familia Phyllostomidae | | | <i>Hodomys alleni</i> | X | |
| <i>Glossophaga morenoi</i> | X | | <i>Neotoma phenax</i> | X | |
| <i>Musonycteris harrisoni</i> | X | | <i>Oryzomys chacoensis</i> | | X |
| Familia Vespertilionidae | | | <i>Osgoodomys banderanus</i> | X | |
| <i>Myotis carteri</i> | X | | <i>Peromyscus perfulvus</i> | X | |
| <i>Myotis findleyi</i> | X | | <i>Pseudoryzomys wavrini</i> | | X |
| <i>Myotis fortidens</i> | X | | <i>Sigmodon mascotensis</i> | X | |
| <i>Rhoggessa genowaysi</i> | X | | <i>Sigmodon alleni</i> | X | |
| <i>Rhogesessa mira</i> | X | | <i>Tylomys bullaris</i> | X | |
| Orden Lagomorpha | | | <i>Xenomys nelsoni</i> | X | |
| Familia Leporidae | | | Familia Caviidae | | |
| <i>Lepus flavigularis</i> | X | | <i>Pediolagus salinicola</i> | | X |
| Orden Xenarthra | | | Familia Ctenomyidae | | |
| Familia Dasypodidae | | | <i>Ctenomys conoveri</i> | | X |
| <i>Cabassous chacoensis</i> | | X | <i>Ctenomys dorsalis</i> | | X |
| <i>Chaetophractus villosus</i> | | X | <i>Ctenomys occultus</i> | | X |
| <i>Chlamyphorus retusus</i> | | X | <i>Ctenomys argentinus</i> | | X |
| Orden Rodentia | | | <i>Ctenomys bonettoi</i> | | X |
| Familia Sciuridae | | | <i>Ctenomys d'orbigni</i> | | X |
| <i>Spermophilus annulatus</i> | X | | <i>Ctenomys pundti</i> | | X |
| <i>Spermophilus adocetus</i> | X | | <i>Ctenomys fochi</i> | | X |
| <i>Sciurus colliae</i> | X | | <i>Ctenomys juri</i> | | X |
| Familia Geomyidae | | | Orden Carnivora | | |
| <i>Orthogeomys grandis</i> | X | | Familia Mustelidae | | |
| <i>Orthogeomys hispidus</i> | X | | <i>Spilogale pygmaea</i> | X | |
| Familia Heteromyidae | | | Orden Arctiodactyla | | |
| <i>Liomys pictus</i> | X | | Familia Tayassuidae | | |
| <i>Liomys spectabilis</i> | X | | <i>Catagonus wagneri</i> | | X |
| | | | Total | 26 | 22 |

cortos. Estas características indican fuertemente que hubo eventos de especiación promovidos por la fragmentación del hábitat y el aislamiento de parches pequeños de hábitat durante el Plio-Pleistoceno (e.g. G. Ceballos y J. Arroyo, datos no publicados; Redford y Eisenberg, 1992). La ausencia de especies endémicas más grandes puede explicarse de dos maneras: porque se extinguieron como resultado de eventos estocásticos asociados con tamaños poblacionales reducidos o porque fueron incapaces de moverse entre parches de hábitats.

Aves migratorias

Muchas aves terrestres no paserinas (e.g. halcones *Buteo*) y paserinas (e.g. mosqueros, golondrinas, chipes, vireos) de centro y este de Norteamérica se dispersan anualmente y durante el invierno hacia las selvas tropicales de México, Centro América y el norte de Sudamérica (e.g. Hutto, 1986, este volumen; Stiles, 1983). Tanto las selvas secas como las húmedas / lluviosas se usan como hábitats por aves migratorias que pasan hasta siete meses en sus terrenos tropicales de internación, antes de migrar hacia el norte para la temporada reproductiva de verano (e.g. Stiles, 1983). Por ejemplo, las selvas secas de Jamaica son vitales para la sobrevivencia del chipe coronicafé (*Lymnothlypis swainsonii*) en donde esta especie puede mantener poblaciones grandes pues es un hábitat de gran calidad para su alimentación (Strong y Sherry, 2001).

Las aves paserinas terrestres del oeste de Norte América se comportan distinto porque sus territorios invernales se localizan exclusivamente en matorrales desérticos, selvas secas y bosques de pino encino en el oeste de México (Arizmendi *et al.*, 1991; Hutto, 1986). Al menos 109 especies de chipes, vireos, mascaritas, carboneros, mosqueros, perlitas y otras aves pasan de 8 a 9 meses en sus áreas invernales mexicanas (Hutto, 1986). La mayoría de estas especies se restringen más o menos a un tipo de hábitat y en promedio 45% de las especies y 55% de sus individuos pasan el invierno en las selvas secas (Hutto, 1986). Así, las aves migratorias invernales en forrajeo y las aves residentes forman parvadas multiespecíficas; las parvadas de este tipo más grandes y diversas del mundo se han registrado en el oeste de México (Hutto, 1986).

Relación entre las faunas de selvas húmedas y secas

Las comunidades de vertebrados en las selvas secas, generalmente, están representadas por grupos de especies típicas de selvas secas y un subconjunto de especies de la fauna de selvas húmedas cercanas. A cualquier latitud dada, el número de vertebrados en una selva seca esta correlacionada aparentemente con su grado de aislamiento de otras selvas tropicales.

Los corredores de selvas semidecíduas o vegetación riparia dentro de las selvas secas ayudan a incrementar su diversidad ya que muchas especies de amplia distribución en las selvas secas durante la temporada lluviosa, se refugian en estos hábitats durante la época seca (Ceballos 1989, 1990; García, 2003, este capítulo; Eisenberg, 1989; Janzen y Wilson, 1983; Stiles, 1983; Willig y Mares, 1989; Willig y Selcer, 1898). En selvas secas aisladas, estas especies tienden a no estar presentes a causa de la escasez estacional de agua y alimentos (Ceballos, 1989; Duellman, 1965a; Janzen, 1983).

El tamaño y cantidad de los parches de selvas semidecíduas parecen estar correlacionados fuertemente con el número y tamaño de las especies de vertebrados terrestres presentes durante la época seca. En un estudio en selvas secas de Costa Rica y Nicaragua se encontró que la riqueza de especies de aves a nivel regional estaba relacionada positivamente con la cobertura forestal, la diversidad y la cantidad de especies vegetales productoras de fruta zoocórica, entre otros factores (Gillespie y Walter, 2001).

En Costa Rica, Venezuela y El Chaco, las selvas secas son atravesadas por grandes ríos asociados con porciones extensas de hábitats más húmedos con lo cual mantienen poblaciones de especies de aves y mamíferos grandes o muy especializadas como la guacamaya roja (*Ara macao*), tucanes (*Rhamphastos*), tapires (*Tapirus*) y pecaríes (*Tayassu tajacu*). En contraste, estas especies están ausentes en las áreas pequeñas (< 200 ha) de selva semidecídua y vegetación riparia adyacente a las selvas secas del oeste de México, aún cuando la evidencia fósil de la región indica que algunas de estas especies estaban presentes en el pleistoceno tardío (e.g. G. Ceballos y J. Arroyo, datos no publicados; Shaw y McDonald, 1986). Pese a ello, las pequeñas áreas de hábitat más húmedo en las selvas secas del oeste de México son refugio permanente o estacional para ranas de tamaño medio

como *Tripion spatulatus*, lagartijas como *Basiliscus vittatus* y mamíferos como tuzas (*Pappogeomys bulleri*) y musarañas (*Megasorex gigas*) (Ceballos, 1989, 1990; Duellman, 1958, 1965a).

Entre las familias de aves y mamíferos que tienden a no estar presentes en las selvas secas aisladas están: Rhamphastidae (tucanes; la mayoría frugívoros), Galbulidae (jacamaras; insectívoros), Cotingidae (cotingas; la mayoría frugívoros), Tapiridae (tapires; herbívoros), Dasyproctidae (agutis; frugívoros), Cebidae (monos; frugívoros), Thyropteridae (murciélagos discóforos; insectívoros) y Myrmecophagidae (hormigueros; insectívoros).

Respuestas de los animales a la estacionalidad climática

La marcada estacionalidad fenológica de las selvas secas está relacionada con el periodo del año y la cantidad de lluvia. Los efectos de tales cambios fenológicos en las condiciones microclimáticas y en la disponibilidad de recursos son profundos. En la estación seca, el ambiente se deseca por efecto de los vientos y la insolación y por lo tanto el suelo se seca (Duellman, 1960; Janzen, 1976). La productividad vegetal se reduce enormemente; por ejemplo, una comparación de la producción de hojarasca entre las selvas secas y las selvas semidecíduas adyacentes en las tierras bajas de Jalisco, México mostró que la producción de hojarasca es mayor (4 vs. 7 Mg ha⁻¹ año⁻¹) y más estable todo el año en la selva semidecídua (Ceballos, 1989). Los sitios de selva de arroyo y los de selva seca no difieren durante el periodo lluvioso del año; sin embargo, durante el periodo seco las zonas de selva seca tienen menor cobertura de dosel, menor humedad en el suelo y menor disponibilidad de hojarasca y de artrópodos de la hojarasca, que las áreas de selva de arroyo (Janzen y Schoener, 1968; Martínez-Yrizar y Sarukhán, 1990; Pearson y Derr, 1986). Entre todos los sitios tropicales, la mayor fluctuación estacional en la cantidad y biomasa de artrópodos de la hojarasca (aumento de dos a tres veces) se ha registrado en la zona de Chamela-Cuixmala (Lister y García, 1992; Valenzuela y Macdonald, 2002). En esta región, los artrópodos son menos abundantes durante la época seca y mucho más abundantes en la parte inicial y media de la época de lluvias (Lister y García, 1992); además durante la época de lluvias los artrópodos de la hojarasca pueden presentarse de forma más homogénea

hasta en un 34% que en la época seca, y la disponibilidad de fruta carnosa puede ser hasta cinco veces mayor durante la época de secas que durante la época de lluvias (Valenzuela y Macdonald, 2002). En las selvas secas de la Sierra de Huautla se encontró que en los meses de la estación seca, en promedio, hay cerca de tres veces más biomasa de fruta carnosa disponible para los frugívoros que en los meses de la estación lluviosa (A. De León y D. Valenzuela, datos no publicados).

Las especies animales muestran diferentes formas de enfrentar la estacionalidad ambiental, incluyendo movimientos locales y regionales, cambios en los patrones de actividad y uso del espacio, cambios en la dieta, acumulación estacional de grasa o recursos alimenticios y adaptaciones fisiológicas para enfrentar la falta de agua (e.g. Beck y Lowe, 1991; Ceballos y Miranda, 1986; Des Granges, 1978; Fleming, 1977; Frankie, 1975; García, 2003; Janzen, 1986; Janzen y Wilson, 1983; Lister y García, 1992; Stiles, 1983; Wilson, 1971; Valenzuela y Ceballos, 2001; Valenzuela y Macdonald, 2002).

Muchas especies de vertebrados tienen la agilidad de moverse localmente, regionalmente o geográficamente durante la estación seca, buscando alimento y refugio (figura 5). Algunas especies como aves paserinas terrestres migratorias o los murciélagos nectarívoros (género *Leptonycteris*) se mueven cientos o miles de kilómetros (Ceballos *et al.*, 1997). Otras especies llevan a cabo movimientos regionalmente, tanto latitudinalmente como altitudinalmente, a otros hábitats. En el oeste de México, algunos colibríes se mueven de bosques riparios y bosques de pino-encino a las selvas secas durante la floración masiva de arbustos y árboles (Des Granges, 1978) y las grandes fluctuaciones en la abundancia de varias de las especies dominantes de murciélagos sin duda reflejan este tipo de movimientos (Ceballos *et al.* 1997; Chávez, 1996; Chávez y Ceballos, 2001). En Costa Rica también se ha registrado que los murciélagos se mueven hasta decenas de kilómetros a parches o poblaciones de árboles en floración o fructificación (Janzen y Wilson, 1983).

Los monos aulladores (género *Alouatta*) en Costa Rica (Janzen y Wilson, 1983) y muchas especies de pequeños mamíferos como *Peromyscus perfulvus* y *Oryzomys melanotis* en México (Ceballos, 1989, 1990), se dispersan en la selva seca durante la estación lluviosa y se concentran en las selvas de arroyo adyacen-

tes durante la estación seca. Los coatíes en las selvas de Chamela-Cuixmala, incluyen en sus áreas de actividad una proporción mayor y/o usan más de lo esperado en las selvas de arroyo presentes en la matriz de selva seca de esta región (Valenzuela y Ceballos, 2000). A pesar de la relativamente baja cobertura de la vegetación de arroyo en comparación con la selva seca adyacente, la selva de arroyo registra una mayor diversidad, riqueza y abundancia de herpetofauna y en especial de anfibios, los cuales pueden en ocasiones observarse en este hábitat aún durante la época de secas. Así la vegetación de arroyo, por su menor estacionalidad ambiental, es un sitio importante para el mantenimiento de la diversidad herpetofaunística en esta región (García, 2003; este volumen). La relevancia de este tipo de selvas húmedas para la sobrevivencia de los vertebrados en estas selvas se puede reflejar incluso a niveles genéticos (Vázquez-Domínguez, 1997).

En la Caatinga brasileña, el zorro de monte (*Cerdocyon thous*) y la chuña de patas rojas (*Cariama cristata*), distribuidos en un rango amplio de altitudes en este lugar en el periodo lluvioso del año, concentran su actividad durante el periodo seco del año, en los valles de menor elevación en donde existen las únicas fuentes de agua disponible durante este periodo del año (Wolf, 2001).

Los cambios en los patrones de actividad también son una respuesta común a la estacionalidad. Algunas especies de anfibios y reptiles permanecen inactivas durante la estación seca, enterrados en el suelo en un estado de dormancia, con tasas metabólicas bajas y bajo requerimiento de energía. Por ejemplo, el lagarto enchaquirado o escorpión (*Heloderma horridum*) en el oeste de México en promedio es activo sólo por tres meses al año (Beck y Lowe, 1991). Muchas especies de ranas, lagartijas, tortugas y serpientes son activas sobre todo durante la estación lluviosa (e.g. Duellman, 1965a; García, 2003, este volumen). La dormancia no es una alternativa para los mamíferos de las selvas secas debido a los altos costos de mantener la temperatura corporal constante en las temperaturas tropicales, a las presiones de depredación y a la carencia de fuentes de alimento adecuadas en la estación adecuada para acumular reservas de grasa (Janzen y Wilson, 1983).

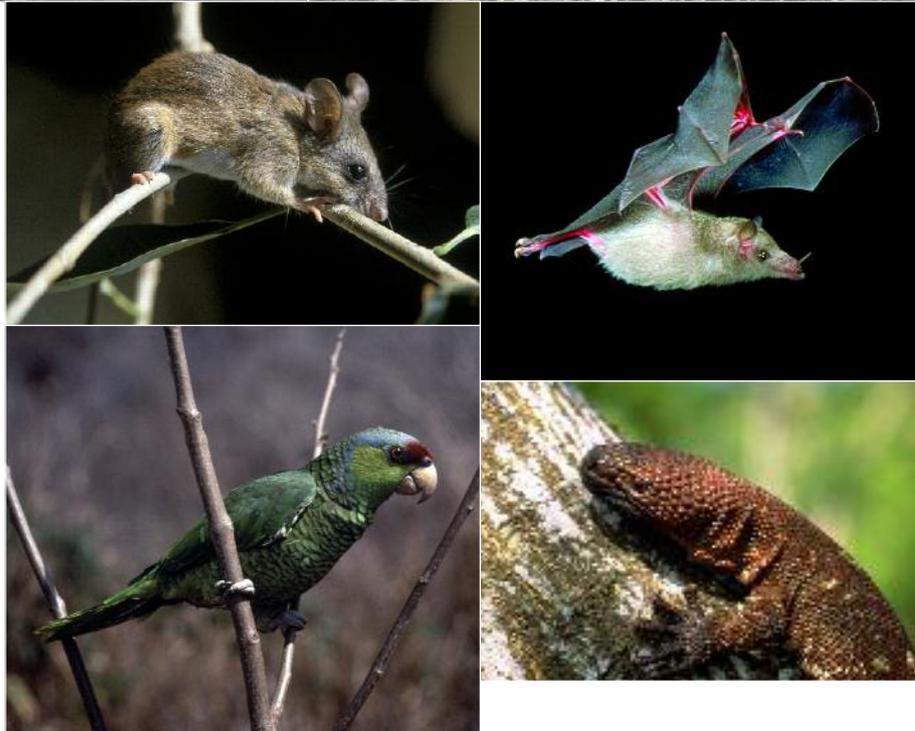
Otras especies son activas todo el año, pero su actividad tiene cambios estacionales marcados (e.g. Beck y Lowe, 1991; Fleming y Hooker, 1975; Lister y García, 1992). Las lagartijas de selva seca del género *Anolis* se vuelven inactivas



Figura 5. Ejemplos de especies que tienen diferentes estrategias ecológicas para enfrentar la estacionalidad de la selva seca: Coatí (*Nasua narica*), ratón de abazones (*Liomys pictus*), ratón semiarbóricola (*Peromyscus perfulvus*), murciélago magueyero (*Leptonycteris yerbabuena*), perico guayabero (*Amazona finschii*) y escorpión (*Heloderma horridum*).

Fotos: Gerardo Ceballos.

Foto *L. yerbabuena*: Scott Attenbach



durante periodos de mucho viento o altas temperaturas, son de 2 a 10 veces más activas durante la estación lluviosa cuando cambian del forrajeo en el suelo al forrajeo en árboles (Fleming y Hooker, 1975; Lister y García, 1992), y cambian la altura a la cual perchan estacionalmente, además de que los machos usan sitios de percha a mayor altura durante el periodo lluvioso del año (periodo en el cual se concentra la reproducción) que durante el periodo seco (Ramírez-Bautista y Benabib, 2001). Tanto el agouti (*Dasyprocta punctata*) como el paca (*Cuniculus paca*) forrajean por periodos de tiempo más grandes durante la estación seca (Smythe, 1983). En la selva seca de la región de Chamela-Cuixmala, al oeste de México, las bandas de hembras y juveniles de coatíes (*Nasua narica*) presentan mayor proporción de horas activas durante el día y se desplazan hasta un 30% más al día durante la estación seca del año que en lluvias (Valenzuela y Ceballos, 2000). También los coatíes en esta región utilizan áreas de actividad el doble de grandes durante la época seca que durante lluvias (Valenzuela, 1999; Valenzuela y Ceballos, 2000).

Se han documentado cambios estacionales en la dieta de varias especies de aves y mamíferos en las selvas secas. El colibrí de pico ancho (*Cynanthus latirostris*) y murciélagos nectarívoros del género *Glossophaga* ajustan su dieta para alimentarse casi exclusivamente de insectos durante periodos de escasez de flores (Des Granges, 1978; Heiathus, Fleming y Opler, 1974; Howell, 1983) y el murciélago de orejas peludas (*Micronycteris hirsuta*) cambia de insectos a frutas durante la estación seca (Wilson, 1971). El tamandúa (*Tamandua mexicana*) come hormigas en la estación lluviosa pero cambia a termitas, que tienen mayor contenido de humedad, durante la estación seca (Lubin y Montgomery, 1981). El loro corona lila (*Amazona finschi*) exhibe en la región de Chamela, una gran flexibilidad en su dieta consumiendo diferentes recursos y ampliando o contrayendo su nicho trófico conforme las variaciones estacionales en la disponibilidad de los recursos alimenticios (Renton, 2001).

En la selva seca de Chamela Cuixmala, el coatí muestra cambios significativos en su dieta, entre estaciones, aumentando su nicho trófico durante la estación seca, consumiendo una mayor proporción de fruta y vertebrados durante la época seca, y consumiendo una proporción mayor de artrópodos de la hojarasca

durante las lluvias (Valenzuela, 1998). Algunas especies tienen especializaciones fisiológicas y de comportamiento que les permiten sobrevivir la estación seca. El ratón espinoso (género *Liomys*) es capaz de mantener poblaciones en la selva seca a lo largo de todo el año por su dieta granívora, su comportamiento de almacenamiento de semillas y su habilidad fisiológica para sobrevivir por meses con una dieta de semillas secas sin tomar agua (Ceballos, 1990; Fleming, 1971b, 1974, 1977; Fleming y Wilson, 1983; Janzen, 1986). Durante la estación seca, el agouti depende de almacenes de semillas enterrados y el paca depende de la grasa acumulada (Smythe, 1983). Sin embargo, el comportamiento de almacenamiento de alimento es poco común en los roedores de selvas secas, particularmente cuando se comparan con las especies de zonas templadas (Janzen y Wilson, 1983).

Quizá la respuesta más notable de los vertebrados a la estacionalidad de las selvas secas sea la sincronización de la reproducción de muchas especies con los periodos de alta abundancia de alimento. Por esta razón, las densidades poblacionales de los vertebrados tienen incrementos paralelos a los periodos de gran disponibilidad de alimento (e.g. Cadena, 2003; Ceballos, 1989; Fleming, 1971a, 1974; Fleming y Hooker, 1975; Janzen y Wilson, 1983; Mendoza, 1997; Stiles, 1983; Streilein, 1982; Vázquez-Domínguez, 1997). En la selva seca del Parque Nacional Palo Verde, en Costa Rica, se encontró que hay una gran variación entre hábitats, estaciones y años en la abundancia y en los parámetros reproductivos de los murciélagos frugívoros y nectarívoros, con picos claros de abundancia en el periodo seco y en la parte media del periodo lluvioso del año, periodos en los que hay picos en la producción de flores y frutos en esa selva seca (Stoner, 2001). Y esto mismo ha sido documentado para las selvas secas de Chamela, Jalisco, México (Chávez, 1996; Chávez y Ceballos, 2001; Stoner, 2002).

En el oeste de México, la densidad poblacional del ratón espinoso (*Liomys pictus*) aumenta de 2 a 71 ha⁻¹ durante los dos meses del inicio de lluvias (Ceballos, 1989, 1990). En la zona de la Sierra de Huautla, Morelos, las especies de ratones presentan el pico de reproducción en el periodo de lluvias, de forma tal que la densidad y biomasa de la comunidad de ratones es mayor durante el periodo inicial de la época seca que durante el resto del año; en este lugar la densidad poblacional de *Baiomys musculus*, *Lyomys irroratus* y dos especies de *Peromyscus* (*P. mela-*

nophrys y *P. levipes*) tomadas en conjunto sufren aumentos de 1.92, 0.96 y 0.96 ha⁻¹, respectivamente, durante el inicio de la época de lluvias hasta 40.37, 40.37 y 13.46 ha⁻¹, respectivamente, para la primera mitad de la época seca (Cadena, 2003). En la región de Chamela, se reporta una fuerte sincronización de la reproducción de varias especies de lagartijas con la temporada de lluvias, registrándose mayor número de crías cuando la disponibilidad de recursos alimentarios es mayor (Ramírez-Bautista y García, 2002). La tremenda explosión demográfica de los anuros de las selvas secas durante la estación de lluvias representa un ejemplo notable de este evento (Duellman, 1960, 1965a; García, 2003, este volumen).

Algunas especies, como depredadores mamíferos o reptiles, ratones muy oportunistas y marsupiales o anuros riparios, pueden reproducirse durante todo el año. Algunas especies de mamíferos pequeños de la Caatinga aparentemente pueden reproducirse en cualquier estación, pero experimentan altas tasas de mortalidad durante periodos prolongados de escasez de agua. Tal estrategia puede ser una respuesta a patrones muy poco predecibles de lluvia (Streilein, 1982). Por otra parte, algunas lagartijas tales como *Ameiva ameiva* pueden reproducirse todo el año en el mismo hábitat porque rastrean parches ricos en recursos (Vitt, 1982).

Especies amenazadas y conservación

Uno de los problemas ambientales globales más apremiantes es la elevada tasa de extinción de especies, que es particularmente aguda en los trópicos (e.g. Wilson, 1988). No hay datos precisos para evaluar la extinción contemporánea de vertebrados en los neotrópicos, pero se sabe que al menos 21 especies de mamíferos y 30 especies de aves han desaparecido de esta región en tiempos históricos (Ceballos y Sánchez, 1994). Hay una carencia casi total de inventarios de especies amenazadas o en peligro en las selvas secas. Sin embargo, un estudio detallado en la región de Chamela-Cuixmala, Jalisco, México, ha demostrado que al menos 40 especies de vertebrados (sin considerar peces), 15% de la riqueza regional de especies, esta en riesgo de extinción (Ceballos *et al.*, 1999).

El tráfico de fauna silvestre es una de las industrias principales en Sudamérica (Mares, 1986; Redford y Robinson, 1991). Millones de vertebrados se capturan cada año para su consumo, por su piel o para traficarlos vivos (Ceballos y



Figura 6. Guacamaya azul (*Anodorhynchus glaucus*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Zorra (*Cerdocyon thous*), Caimán (*Caiman crocodylus*).

Fotos: Guacamaya y caimán, Gerardo Ceballos; ocelote y zorra, Rurik List.

Sánchez, 1994; Mares, 1986; Redford y Robinson, 1991). Por ejemplo, al menos 5.4 millones de individuos de 25 especies diferentes de vertebrados terrestres se exportaban ilegalmente cada año de Argentina a fines de los años setentas del siglo pasado (Mares y Ojeda, 1982); adicionalmente seis millones de liebres se mataban cada año por su carne, en esa década y la siguiente, lo que tenía un valor promedio de \$ 24 millones de dólares (Redford y Robinson, 1991). La cacería es una de las causas principales del declive de muchas especies de mamíferos amenazadas o en peligro de extinción tales como el pecarí del Chaco y el jaguar. Entre las especies de selva seca importantes para el tráfico de fauna silvestre están las tres especies de pecarí (género *Tayassu*), los gatos moteados (e.g. *Leopardus wiedii*, *L. pardalis*), zorras (géneros *Dusicyon* y *Cerdocyon*), pericos y guacamayas (*Amazona oratrix*, *A. finschii*, *Ara macao*, *A. militaris*, *A. ambigua* y *Anodorhynchus glaucus*), lagartijas (género *Tupinambis*), iguanas (géneros *Iguana* y *Ctenosaura*) y caimanes (*Caiman crocodylus*) (figura 6).

No hay duda que los mayores problemas de conservación de las selvas secas están relacionados con su destrucción. Los estimados de deforestación en los neotrópicos varían mucho, pero la mayoría tienden a indicar que las tasas son altas (Lugo, 1988). Hay una preocupación generalizada por los problemas de conservación de las selvas húmedas pero no por las condiciones presentes de otros ecosistemas tropicales, especialmente las selvas secas (Janzen, 1986; Redford *et al.*, 1990). De hecho, hasta ahora, pocos son los trabajos que señalan la urgente necesidad de enfocarse a la conservación de estas selvas (Ceballos y García, 1995; Miranda, 1996; Trejo y Dirzo, 2000, 2002). Las tasas de deforestación son más altas que en las selvas húmedas; las selvas secas están siendo destruidas sobre todo por el avance de las actividades agropecuarias. De hecho, las selvas secas de Centro América, Venezuela, Brasil y la región de los Andes han desaparecido casi por completo y las selvas mexicanas y del Chaco han sido reducidas (Gentry, 1995; Janzen, 1988; Redford *et al.*, 1990; Sampaio, 1995).

Para México se estimó que las selvas secas debieron haber cubierto cerca de 270 000 km² (ca. 14% de la superficie del país) y que apenas el 27% de la cobertura original de estas selvas se mantenía intacta para 1990 (Trejo y Dirzo, 2000). A mediados de la década de 1980 se estimó que se perdían alrededor de 302 000

ha de selva seca en México por año (Massera *et al.*, 1997). Sin embargo esto no ha sido homogéneo para todo el país. Para el Estado de Morelos, México, se estimó que cerca de 2 843 km² debieron estar cubiertos por selva seca (60% del Estado) pero que entre 1973 y 1989 la selva perdió cerca del 38% de esa superficie original, a una tasa cercana al 1.4% anual (Trejo y Dirzo, 2002). Para las selvas en la costa de Jalisco, se ha estimado que en las últimas tres décadas del siglo pasado se perdió cerca de una cuarta parte de su cobertura original al cambiar el uso de suelo para actividades agropecuarias y turísticas (Miranda, 1996).

La conservación de grandes remanentes de selva seca es esencial para la conservación de muchas especies, incluyendo muchas endémicas, todas las aves migratorias terrestres del oeste de Norte América y muchas poblaciones de otras especies tropicales de amplia distribución. Por ejemplo, en México 53 de los 226 sitios identificados como Áreas de Importancia para Conservación de las Aves en México (AICA), que equivalen al 23.45% de éstas, están en sitios con selva seca (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000; Arizmendi *et al.*, 2002).

Entre las especies endémicas en riesgo de extinción están el pecarí del Chaco, el armadillo duende o pichiciego (*Chlamyphorus retusus*), la rata de Chamela (*Xenomys nelsoni*) y el loro de cabeza amarilla (*Amazona orathryx*). Especies de distribución amplia que están localmente o globalmente en riesgo incluyen al jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y la guacamaya verde (*Ara militaris*) (e.g. Ceballos y Navarro, 1991; Roig, 1991).

La perturbación y fragmentación de las selvas secas no sólo son relevantes por el efecto que tienen en la diversidad de vertebrados tan característica de este ambiente, sino también porque se altera la composición y función ecológica que estas especies juegan en el mantenimiento de la estructura y función de las mismas y en su capacidad de regeneración.

Por ejemplo, en las selvas secas de Chamela, Jalisco se ha encontrado que la fragmentación altera de forma muy importante la conducta de los murciélagos polinizadores y que esto tiene consecuencias en el éxito reproductivo y en la estructura de la vegetación (Quesada *et al.*, 2003). En las selvas de la región de la Sierra de Huautla, la perturbación no parece alterar de forma muy intensa la riqueza de especies de roedores, pero sí la dominancia de las especies, pues por

ejemplo *Liomys irroratus*, el único roedor heterómido en esta zona, presenta menor densidad y menor contribución a la biomasa total de roedores en sitios perturbados que en sitios no perturbados; en los sitios no perturbados es con frecuencia la especie dominante con 36 - 49% del total de capturas, mientras que en los sitios perturbados es la segunda especie más abundante pero con 16 - 28% de las capturas. En tales sitios es menos frecuente capturarle con semillas de árboles en los abazones y consume diferentes especies que en los sitios no perturbados. Todo esto en conjunto sugiere que su papel en la estructuración de la vegetación cambia de forma importante (Cadena, 2003; Mason, 2005; D. Valenzuela, datos no publicados).

Finalmente, es importante enfatizar que es esencial que se preserve la diversidad genética única y los procesos ecológicos de las selvas secas tanto para el mantenimiento de la diversidad hemisférica como para el uso sustentable de especies y sistemas de los que dependen muchas poblaciones humanas. La creación de áreas protegidas que integren la conservación con el bienestar socioeconómico de los pobladores locales será un paso importante en esta dirección.

Remanentes grandes relativamente bien conservados de selva seca aún se pueden encontrar en el oeste de México y El Chaco. Actualmente, son pocas las reservas que protegen las selvas secas. En México apenas hay unas 19 reservas que protegen en conjunto el 10% de la superficie de selva seca en México (Trejo y Dirzo, 2002). Las Reservas de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco, México y Sierra de Huautla, en Morelos, México y el Parque Nacional Santa Rosa, en Costa Rica son algunos ejemplos de reservas naturales que se conformaron para proteger este tipo de selvas (Ceballos *et al.*, 1994; Dorado *et al.* 2005; Janzen, 1988).

Sin embargo, se necesitan muchas más reservas para asegurar la preservación a largo plazo de estas selvas. Si fallamos en establecer patrones de uso sustentable, habrá un decremento continuo de los recursos naturales, empobrecimiento de la gente que dependen de estos sistemas y mayores costos para la sociedad.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Fundación Ecológica de Cuixmala y al Centro de Educación

Ambiental e Investigación Sierra de Huautla por el apoyo logístico y financiero ofrecido para realizar nuestro trabajo de investigación en las selvas secas de México y por el apoyo decidido para la conservación de estas selvas. Andrés García y Lourdes Martínez leyeron el manuscrito e hicieron comentarios útiles que lo mejoraron sustancialmente.