

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS BRINDADOS POR LOS ANFIBIOS Y REPTILES DEL NEOTRÓPICO: UNA VISIÓN GENERAL

Pristimantis bogotensis - Andrés Gonzales Hernandez



Capital Natural
COLOMBIA

REFLEXIONES SOBRE EL CAPITAL NATURAL DE COLOMBIA No. 2





REFLEXIONES SOBRE EL CAPITAL NATURAL DE COLOMBIA 2:

Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del Neotrópico: una visión general

Anyelet Valencia-Aguilar^a, Angela M. Cortés-Gómez^b, César Augusto Ruiz-Agudelo^{c*}

^a Becaria Conservation Leadership Programme – Conservación Internacional Colombia, Carrera 13 número 71-41. Bogotá, Colombia. anyelet@gmail.com

^b Grupo Laboratorio de Herpetología. Universidad del Valle, ciudad universitaria Meléndez calle 13 número 100-00. Santiago de Cali, Colombia. amcortesbiol@gmail.com

^c Coordinador Socioeconómico. Conservación Internacional Colombia, Carrera 13 número 71-41. Bogotá, Colombia. c.ruiz@conservation.org. * Corresponding author

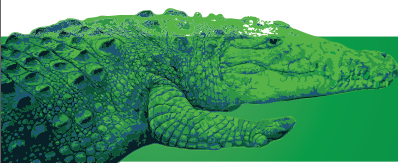
César Augusto Ruiz-Agudelo^{c*} c.ruiz@conservation.org. * Corresponding author



CONSERVACIÓN
INTERNACIONAL
Colombia



ISBN 978-958-57691-0-6





Resumen

Los beneficios que proporcionan los ecosistemas y que son utilizados por el hombre para su supervivencia y bienestar, son los denominados servicios ecosistémicos. Con base, en la literatura disponible acerca del papel que los anfibios y reptiles desempeñan en ecosistemas neotropicales, se encontró que estos grupos participan en procesos como flujo de energía, ciclo de nutrientes, dispersión, polinización y regulación de patógenos. Sin embargo, hasta el momento no se ha analizado cómo las interacciones y funciones de estos organismos influyen directa o indirectamente en la prestación de servicios ecosistémicos a las sociedades humanas. En este sentido, se identifican y describen brevemente los servicios ambientales proporcionados por los anfibios y reptiles en los ecosistemas neotropicales, referenciados a partir de las funciones ecológicas que estos grupos desempeñan, con el fin de brindar una visión general acerca de la importancia de estos grupos no solo para el funcionamiento de los ecosistemas sino también para el bienestar humano.

Palabras clave: anfibios, reptiles, servicios ambientales, bienestar humano, función ecológica.



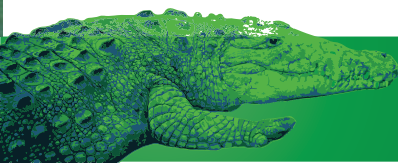


Introducción

Los ecosistemas proporcionan a la sociedad una inmensa variedad de bienes y servicios mediante procesos de regulación (supresión de insectos, polinización, dispersión de semillas, regulación del clima, estabilización de suelos), productos o servicios de abastecimiento (alimentos, fibras, medicamentos), procesos de apoyo (ciclo de nutrientes, formación del suelo, producción primaria) y beneficios culturales (estéticos, educativos espiritual, y recreativos) que mejoran e incrementan el bienestar humano (MEA, 2005; Díaz et al., 2006; Wenny et al., 2011). La base de estos servicios ecosistémicos es el capital natural, el cual es generado por el conjunto de componentes de los ecosistemas y los procesos e interacciones que se llevan a cabo en estos (Gualdrón-Duarte et al., in press). Debido a la evidente dependencia de las sociedades humanas hacia los ecosistemas para la prestación continua de estos “servicios ambientales”, en las últimas décadas se han incrementado los esfuerzos para su conservación a nivel mundial, pues un 60% de estos ecosistemas están siendo actualmente degradados o usados de manera no sostenible (MEA, 2005; Wenny et al., 2011).

Componentes de los ecosistemas como la biodiversidad, regulan en gran parte los procesos que ocurren dentro de estos, afectando y sosteniendo a menudo la vida humana (Nelson and Daily, 2010), por lo que entender en qué medida y hasta qué punto los diferentes aspectos de la biodiversidad pueden ser importantes o afectar la generación de un servicio, es indispensable para las sociedades humanas (de Groot et al., 2002; TEEB, 2010; Díaz et al., 2011), ya que los organismos como componentes de los ecosistemas contribuyen directa o indirectamente al buen funcionamiento de estos, permitiéndoles no solo brindar numerosos servicios ecosistémicos a la humanidad, sino también mantener la integridad y funcionalidad del capital natural (Costanza and Daly, 1992; Collins and Crump, 2009).

Los anfibios y reptiles modernos son el resultado de linajes independientes que han estado separados durante los últimos 300 millones de años (Pough et al., 1998), lo que ha dado lugar a una gran diversidad de anfibios (6771 especies; Frost, 2011) y reptiles (9596 especies; Uetz, 2012). Las especies de ambas clases ocupan una gran variedad de hábitats; lagunas, arroyos, ríos, quebradas, sotobosque y vegetación arbórea de gran altura en los bosques de diversos trópicos, llanuras, praderas y desiertos. Algunas especies son estrictamente acuáticas, mientras que otros tienen hábitos tanto terrestres como acuáticos, o se especializan en la vida terrestre siendo cavadores o arborícolas (Schlaepfer et al., 2005; Wells, 2007). Debido a sus características biológicas (talla, biomasa) y ecológicas (densidad poblacional) los anfibios y reptiles desempeñan un papel clave en el flujo de energía y el ciclo de nutrientes tanto en ambientes acuáticos como terrestres (Beard et al., 2002; 2003; Wells 2007). Al ser herbívoros y/o carnívoros estos organismos pueden regular la dinámica de los ecosistemas acuáticos al reducir los índices de eutrofización natural, o el incremento en algunas poblaciones de insectos en los ecosistemas terrestres, de los cuales algunos son portadores de enfermedades para los humanos y otros afectan una gran diversidad de cultivos de importancia económica (Spielman and Sullivan, 1974; Caldwell and Carmozina, 1998; Flecker et al., 1999; Lajmanovich et al., 2003; Peltzer et al., 2002; 2005; 2010; Solomon et al., 2004; Ranvestal et al., 2004; Attademo et al., 2005; Attademo et al., 2007a, 2007b; Conelly et al., 2008; Collins and Crump, 2009; Colon-Gaud et al., 2009; Conelly et al., 2011). Así mismo, los anfibios y reptiles podrían actuar como potenciales dispersadores de semillas (Iverson, 1985; Da Silva and Britto-Pereira, 2006; Fialho, 1990; Traveset, 1990; Cortes-Figueira et al., 1994; Moll and Jansen, 1995; Wilson



et al., 1996; Varela and Bucher, 2002; Benítez-Malvido et al., 2003; Strong and Fragoso, 2006; Jerozolinski et al., 2009) y polinizadores de algunas especies de plantas (Sazima et al., 2005).

Como se mencionó anteriormente, el papel que desempeñan las diferentes especies de organismos dentro de los ecosistemas, influyen directa o indirectamente en el funcionamiento de estos, y, debido a que estas funciones pueden traducirse en servicios cuando son usadas o disfrutadas por la sociedad (Martín-López et al., 2007), evaluar los diversos roles que desempeñan los anfibios y reptiles en el Neotrópico ayudaría a establecer hasta que punto estas funciones podrían denominarse “servicios”, del mismo modo que se ha realizado en otros grupos como insectos (Losey and Vaughan, 2006; Nichols et al., 2008), peces (Holmlund and Hammer, 1999), aves (Whelan et al., 2008; Wenny et al., 2011) y mamíferos (Kunz et al., 2011). Con base en lo anterior, este escrito se enfoca en identificar y describir brevemente los servicios ecosistémicos que los anfibios y reptiles proveen a las comunidades humanas en los ecosistemas neotropicales, a fin de establecer un marco o visión general acerca de la importancia de estos grupos no solo para el funcionamiento de los ecosistemas sino también para nuestro bienestar.

Fuente de información

La información utilizada en este trabajo fue compilada a partir de las siguientes cuatro fuentes de información: **a)** Las bases de datos bibliográficas ISI, JSTOR, SCOPUS y en algunos casos Google scholar; de las cuales se descargaron artículos de las revistas *Acta biológica venezolana*, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *Australian Journal of Botany*, *Biodiversity and Conservation*, *Biological Conservation*, *Biotropica*, *Brasil Forestal*, *Bulletin of the Herpetological Society of France*, *Ecología en Bolivia*, *Conservation Biology*, *Copeia*, *Environmental Monitoring and Assessment*, *Froglog*, *Insugeo Miscelánea*, *Journal of Biogeography*, *Journal of Ethnobiology*, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *Journal of Ethnopharmacology*, *Journal of Food Composition and Analysis*, *Journal of Zoology*, *Manejo de fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica*, *Oecologia*, *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*, *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *Revista de Estudios Sociales*, *Revista institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, *Revista de geografía agrícola estudios regionales de la agricultura*, *Russian Journal of Herpetology*, *The Journal of Wildlife Management*; **b)** Capítulos de los libros; *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*, *La Biodiversidad en Chiapas*, *Estudio de Estado, Hunting for sustainability in tropical forest*, *Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina*, *Neotropical Wildlife use and Conservation*; **c)** Información suministrada por investigadores nacionales e internacionales y **d)** la plataforma Celsius, conmutación bibliográfica de la Universidad del Valle a la cual se solicitaron artículos. La búsqueda de información fue restringida mediante la combinación de las palabras claves: ecosystem services, amphibian, reptiles, frog, toad, caecilian, salamander, lizard, snake, caiman, turtle, tortoise, hunting, meat, trade, feeding, consumption, biological control, mosquito control, diet, predation, food habit, seed dispersal, seed ingestion, dispersers, frugivory, saurocory, pollination, foraging, flower.





Recopilación de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de información durante dos meses (Junio-Julio), en donde se compilaron estudios publicados en las últimas cuatro décadas (1970 y 2012). La información obtenida fue sintetizada en una matriz de datos en donde cada artículo fue categorizado según; a) grupo de estudio (anfibios o reptiles), b) subdivisión (Caribe, Centro y Sur América), c) país, d) región geográfica, e) área de estudio, f) nombre del artículo, g) año publicación h) autor/Autores, i) tipo de servicio proveído, j) especie/especies utilizadas (en el escrito se sigue la nomenclatura actual para cada una de las especie de anfibios (Frost, 2011) y reptiles (Uetz, 2012) reportadas), k) Usos de las especies y l) fuente.

El papel de los anfibios y reptiles en la prestación de servicios ambientales

Anivel mundial, diferentes especies de anfibios y reptiles han sido usadas por las comunidades humanas desde hace siglos para su subsistencia (Gerdes et al., 1985; Klemens and Thorbjarnarson, 1995; Hirth et al., 1999; Hoffman et al., 2000; Hoffman, 2008). Muchos de estos organismos tienen un valor económico directo para las sociedades, quienes encuentran en ellos fuentes de alimentación, medicamentos, materiales para la elaboración de ropa, artesanías y construcción, así como también intereses estéticos, culturales y científicos (Mittermeier et al., 1992; Collins and Crump, 2009). Por otro lado, algunos procesos de los ecosistemas en los cuales participan diversas especies (tanto animales como vegetales), otorgan beneficios principalmente a través de interacciones indirectas (MEA, 2005). En este sentido, se ha documentado la participación de algunas especies de anfibios y reptiles, en ciertos procesos ecológicos como el ciclaje de nutrientes (bioturbación), polinización, dispersión de semillas y regulación de patógenos (Tabla 1), procesos de gran importancia para el funcionamiento de los ecosistemas y bienestar humano (Gómez-Baggethun and de Groot, 2007). Por ejemplo, en los procesos de soporte como el ciclaje de nutrientes y flujo de energía, los cuales ayudan en la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas, se ha demostrado que la rana *Eleutherodactylus coqui* incrementa los nutrientes esenciales, mejorando su disponibilidad para las plantas y el desarrollo de follaje, además de aumentar la productividad primaria y acelerar la descomposición (Beard et al., 2002; 2003). Así mismo, especies de este grupo ayudan al flujo de energía mediante la producción de biomasa, la cual es aprovechada por otros organismos (Sazima and Strüssmann, 1990; Mora, 1999).



Tabla 1. Servicios ecosistémicos proveídos por algunas especies de anfibios y reptiles para el Neotrópico.

Proceso ecológico	Servicio	Tipo de servicio	Grupo que brinda el servicio	Importancia para el bienestar humano	Fuente
Acumulación de biomasa animal	Provisión	Alimentación	Reptiles	Sustento básico para alimentación	Wetterberg et al., 1976; Norman, 1987; Bolkovic, 1999; Ortega et al., 1999; Cuellar, 2000; Hill and Padwe, 2000; Remor et al., 2000; Arispe and Rumiz, 2002; Naranjo et al., 2004; Peres and Nascimento, 2006; Cuesta-Ríos et al., 2007; Racero-Casarrubia et al., 2008; Naranjo and Cuarón, 2010; De la Ossa et al., 2011; Naranjo, 2012
		Materias primas		Recursos económicos	Norman, 1987; Fitzgerald et al., 1991; Fitzgerald et al., 1994; Klemens and Thorbjarnarson, 1995; Bolkovic and Ramadori, 2006; Loa et al., 1998; Collins and Crump, 2009; Naranjo and Cuarón, 2010; Naranjo, 2012
Acumulación de alcaloides		Recursos medicinales	Anfibios y reptiles	Fuente de biocompuestos para medicina	Elguero et al., 1996; Tyler et al., 2007; Ciscotto et al., 2009; De Azevedo et al., 2011
Ciclaje de nutrientes	Soporte	Ciclaje de nutrientes	Anfibios y reptiles	Mantenimiento de la salud de los sistemas	Fittkau, 1970; Flecker, 1999; Arias et al., 2002; Beard et al., 2002; 2003; Ranvestel et al., 2004; Connelly et al., 2008; Colón-Gaud et al., 2009; Connelly et al., 2011
Transporte de polen y semillas por animales	Regulación	Polinización y dispersión de semillas	Anfibios y reptiles	Dispersión de plantas de interés comercial y ecológico entre sistemas	Iverson, 1985; da Silva et al., 1989; Fialho, 1990; Traveset, 1990; Cortes et al., 1994; Moll and Jansen, 1995; Willson et al., 1996; Varela and Bucher, 2002; Castro and Galetti, 2004; Sazima et al., 2005; Guzmán and Stevenson, 2008; Strong and Fragoso, 2006; Jerozolinski et al., 2009; Sadeghayobi et al., 2011; Blake et al., 2012
Depredación e interacción en cadenas tróficas		Control de plagas y	Anfibios	Control biológico de organismos nocivos para la salud y cultivos	Spielman and Sullivan, 1974; Peltzer et al., 2002; 2005; Lajmanovich et al., 2003; Attademo et al., 2005; 2007a; 2007b

Estos servicios ecosistémicos o flujos de valor son aprovechados por las personas según su preferencia de uso y necesidad. En este caso, los ecosistemas y servicios que prestan, tienen un valor para las sociedades humanas, porque las personas obtienen un beneficio a partir de su uso, ya sea directa o indirectamente (MEA, 2005). Así pues, los servicios de provisión o *valores de uso directo*, son aquellos consumidos directamente por la gente, y los de *uso indirecto*, son beneficios derivados de los bienes y servicios que proporciona un





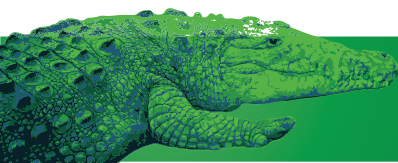
Nacimiento de Caiman - Giovanni Ulioa

ecosistema y que son usados indirectamente (TEEB, 2010). De manera que, los servicios de provisión para alimentación, uso de materias primas y recursos medicinales entran en la primera categoría, mientras que el ciclaje de nutrientes, polinización, dispersión de semillas y control de plagas y enfermedades en la segunda.

Especies usadas para alimentación

Las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas y sus componentes el acceso a alimentos inocuos y nutritivos que necesitan para satisfacer sus necesidades diarias de alimentación (Latterra et al., 2011). En este sentido, la fauna silvestre ha constituido un recurso natural para las sociedades humanas desde tiempos remotos, observándose que numerosas especies de mamíferos, aves y reptiles han sido y siguen siendo aprovechadas como un importante recurso alimenticio en aporte de proteína animal (Naranjo et al., 2004; Aquino et al., 2007; Naranjo and Cuarón, 2010). Debido a sus rasgos de historia de vida, los anfibios y reptiles son considerados un recurso adecuado para la gestión como recurso alimenticio, y de hecho en las tierras bajas tropicales, muchos reptiles han servido como una fuente importante de proteínas para las comunidades humanas (Mittermeier et al., 1992).

El uso de tortugas, culebras, lagartos y cocodrilos para consumo humano varía considerablemente, entre las comunidades que realizan esta práctica. Aunque muchas especies de reptiles son consumidas por las personas, solo en ciertos grupos como tortugas (marinas, acuáticas y terrestres) y algunas especies grandes de lagartos, se encuentra un uso extensivo de consumo, el cual a menudo está relacionado con creencias medicinales o culturales (Klemens and Thorbjarnarson, 1995). Por ejemplo, en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, México, Paraguay, Venezuela el consumo de “carne silvestre” es una práctica común entre los pobladores de zonas rurales que contribuye en muchas ocasiones con el 70% de la ingesta proteica, ítem considerados muy importantes desde el punto de vista alimentario pues constituyen una fuente de proteína para toda la familia (Norman, 1987). En este sentido, las tortugas sirven como una fuente de proteína estacional importante, para las poblaciones rurales y urbanas especialmente en países en desarrollo. Dado el consumo generalizado del aceite, carne y huevos de tortugas como *Dermatemys mawii*, *Chelonoidis carbonaria*, *C. chilensis*, *C. denticulata*, *Chelonoidis* spp, *Chelus fimbriatus*, *Chelydra serpentina*, *Kinosternon scorpioides*, *K. spurelli*, *Podocnemis expansa*, *P. lewyana*, *P. unifilis*, *Rhinoclemmys melanosterna*, *R. nasuta*, *R. punctularia*, *Trachemys callirostris*, *T. scripta*, su caza ha ocasionado declives en las poblaciones de muchas de



estas especies, las cuales actualmente presentan algún grado de amenaza (según la IUCN, 2012), situación que ha generado una gran preocupación para su conservación. (Wetterberg et al., 1976; Milton et al., 1991; Klemens and Thorbjarnarson, 1995; Peres, 2000; Remor et al., 2000; Naranjo et al., 2004; Peres and Nascimento, 2006; Tejada et al., 2006; Cuesta-Ríos et al., 2007; Racero-Casarrubia et al., 2008; Naranjo and Cuarón, 2010; De la Ossa et al., 2011; Naranjo, 2012). Como las tortugas, los cocodrilos (Figura 1) han sido usados ampliamente como una fuente de proteína y aunque el consumo de estos lagartos no ha sido tan intensivo comparado con la explotación de ciertas tortugas, el consumo de carne y huevos de las especies *Caiman crocodilus*, *C. latirostris*, *C. yacare*, *Crocodylus acutus*, *C. moreletii*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus trigonatus*, parece ser una de las principales actividades de subsistencia con pocos efectos sobre las poblaciones salvajes (Klemens and Thorbjarnarson, 1995; Ortega et al., 1999; Hill and Padwe, 2000; Arispe and Rumiz, 2002; Cuesta-Ríos et al., 2007; Racero-Casarrubia et al., 2008; Naranjo and Cuarón, 2010; Naranjo, 2012).



Figura 1. *Caiman crocodilus* especie usada como fuente de proteína por numerosas comunidades rurales en el Neotrópico. Fotografía: Diego Villaquirán.

Elementos derivados de animales salvajes son ampliamente usados en preparaciones medicinales por las tribus indígenas y un gran número de comunidades rurales, las cuales



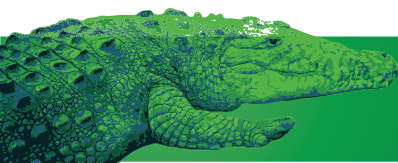


poseen un amplio conocimiento acerca de la fauna local (Alves et al., 2009). Dentro de esta fauna, los reptiles son uno de los grupos animales más utilizados en la medicina popular tradicional y su papel en las prácticas populares relacionadas con la curación y / o prevención de enfermedades se ha registrado en diferentes contextos socio-culturales en todo el mundo (Alves et al., 2008). Por ejemplo, numerosas comunidades rurales en el Neotrópico (Figura 2), usan partes corporales como la grasa, hiel, piel, carne, cascabel (de las serpientes), patas entre otras, de especies de lagartos como *Basiliscus basiliscus*, *B. galeritus*, *Ctenosaura similis*, *Ctenosaura* sp., *Iguana iguana*, y de serpientes como *Boa constrictor*, *Bothrops* spp, *Corallus annulatus*, *Crotalus durissus*, *Eunectes murinus*, *Lachesis muta*, con fines medicinales empleándolos para curar o tratar enfermedades como asma, tos ferina, espasmos, dolor de espalda, cicatrizar heridas e infecciones, sarampión, rabia, Sida, paludismo, tuberculosis, cáncer y como antiofídico (Amaya, 1984; Norman,

1987; Loa et al., 1998; Bolkovic, 1999; Ortega et al., 1999; Cuellar, 2000; Hill and Padwe, 2000; Naranjo et al., 2004; Tejada et al., 2006; Vázquez et al., 2006; Cuesta-Ríos et al., 2007; Racero-Casarrubia et al., 2008; Naranjo and Cuarón, 2010; Naranjo, 2012). Por otro lado, la carne de especies como *Tupinambis rufescens* y *T. teguixin* son de interés culinario dada la calidad y sabor de esta (Caldironi and Manes, 2006).



Figura 2. A. Encuesta realizada a pobladores de Putumayo para evaluar el uso que potencialmente estos hacen de la herpetofauna presente en la región. **B.** *Boa constrictor*, serpiente usada para tartar numerosas enfermedades. Fotografía: Sebastián Orjuela Salazar - Anyelet Valencia Aguilar



Comercio de pieles y animales

Pieles, lanas y pelos de muchas especies de aves, mamíferos y reptiles silvestres, se comercializan en el mercado internacional para hacer productos que van desde ropa y accesorios como zapatos, chales y carteras, hasta elementos decorativos y muebles, tales como amuletos, alfombras y trofeos (MEA, 2005). Por ejemplo, los países de la región Neotropical presentan una gran diversidad de anfibios y reptiles, de los cuales algunas especies de ranas, salamandras, lagartos, serpientes, tortugas y caimanes son vendidas vivas como mascota y fines de investigación, mientras que otras son aprovechadas para comercializar su carne y piel (Klemens and Thorbjarnarson, 1995; Collins and Crump, 2009).

Algunas especies de reptiles han sido cazadas por las comunidades rurales durante siglos como medio de subsistencia, pues de los individuos capturados no solo se usa la carne para el consumo, sino que también se aprovecha la piel y otras partes. Por ejemplo, en algunas zonas rurales de Argentina, Paraguay, el 91% de los pobladores que cazan lagartos (*Tupinambis*) comercializa las pieles, pues ven en esta práctica una fuente de ingreso económico. No obstante, esta práctica no solo aporta ingresos a los pobladores, sino que además se considera una actividad importante en la economía de estos países a los cuales aportaba millones de dólares al año, producto de las exportaciones de pieles a los Estados Unidos, Canadá, México, Hong Kong, Japón y varios países de Europa (Norman, 1987; Fitzgerald et al., 1991; Fitzgerald et al., 1994; Bolkovic and Ramadori, 2006). La explotación de algunas especies de *Tupinambis*, ha causado una gran preocupación internacional, dando lugar a la inclusión de estas especies en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Sin embargo, a pesar de que la cuota de exportación se ha restringido, esta sigue siendo enorme ascendiendo a un millón de cueros anuales para el período 1997/2003 (Basso et al., 2005 citado por Caldironi and Manes, 2006). Asimismo en otros países como Bolivia, Colombia y México, muchos cazadores comercializan individuos vivos de algunas tortugas (*C. serpentina*, *K. scorpioides*, *T. callirostris* y *R. nasuta*) como mascotas, con el fin de suplir otras necesidades básicas (Cuesta-Ríos et al., 2007; De la Ossa et al., 2011), aprovechan activamente las pieles de los cocodrilos las cuales exportan o venden individuos vivos de algunos sapos, iguanas, víboras cascabel, tortugas y caimanes (Loa et al., 1998; Naranjo and Cuarón, 2010; Naranjo, 2012).

Polinización y dispersión de semillas

La provisión de algunos servicios ecosistémicos está relacionada con interacciones directas entre plantas y animales, tales como herbivoría, polinización y dispersión de semillas. Tales interacciones pueden influir directa o indirectamente en el mantenimiento o funcionamiento de los ecosistemas los cuales a su vez proveen diversos servicios a las sociedades (MEA, 2005). Estos servicios ambientales de regulación denominados como *valores de uso indirecto* (TEEB, 2010), son desempeñados en mayor grado por los reptiles en comparación con los anfibios, en los ecosistemas neotropicales facilitando la polinización y dispersión de semillas de plantas en diversos hábitats tropicales y subtropicales. Se han realizado estudios que documentan el papel de los reptiles como agentes de polinización en sistemas insulares principalmente, en los cuales se han evidenciado algunos patrones de visita a las flores, observándose que los lagartos pueden mover grandes cantidades de polen entre las plantas con lo que estarían no solo favoreciendo la polinización de estas sino también su



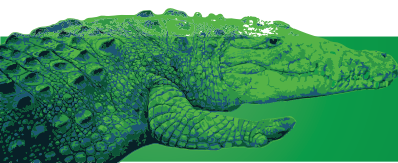


diversidad genética (Pérez-Mellado and Casas, 1997; Traveset and Sáez, 1997; Olsson et al., 2000; Pérez-Mellado et al., 2000; Nyhagen et al., 2001; Hansen et al., 2007; Olesen et al., 2012). Específicamente para los ecosistemas terrestres neotropicales, se ha observado que el lagarto *Trachylepis atlantica* en Brasil, forrajea en los arboles de *Erythrina velutina*, entrando en contacto con las anteras de las flores al consumir el néctar acumulado en la base de estas, transportando granos de polen entre las flores de *E. velutina* pudiendo actuar como un posible polinizador de esta planta (Sazima et al., 2005). En este sentido, evaluar el papel que otras especies de reptiles o anfibios podrían tener en la polinización de plantas incrementaría no solo el entendimiento de las relaciones ecológicas planta-animal, sino que también ayudaría en la conservación de estos.

Las semillas pueden ser dispersadas por animales frugívoros, entre los cuales se encuentran las aves y los mamíferos, considerados como los principales agentes dispersores entre los vertebrados y es uno de los servicios ecosistémicos más importantes proveídos por estos grupos (Lawton and Putz, 1988, Whelan et al., 2008; Kunz et al., 2011). En el caso de las aves, estas son el principal agente de dispersión para muchas especies de plantas tropicales, influyendo en los patrones de distribución de estas (Lawton and Putz, 1988), en cuanto a los murciélagos, se ha encontrado que estos consumen y dispersan las



Figura 3. *Chelonoidis carbonaria*, agente dispersor de numerosas semillas en diversos ecosistemas terrestres neotropicales. Fotografía: Angela M. Cortés-Gómez.



semillas de alrededor de 120 familias de plantas en el Neotrópico (Whelan et al., 2008; Kunz et al., 2011). En cuanto a los anfibios y reptiles se ha documentado la frugivoría en algunas especies, pero su importancia como dispersores de semillas ha sido generalmente subestimada (Valido and Nogales, 1994; Olesen and Valido, 2003). Sin embargo, en las últimas décadas numerosos investigadores han evaluado el papel de este grupo en la dispersión de semillas de plantas de ecosistemas terrestres neotropicales, evidenciando la importancia de alrededor de 14 especies de anfibios (una rana) y reptiles (lagartos y tortugas, Figura 3) en la dispersión de semillas de al menos 56 especies de estas plantas (Iverson, 1985; Da Silva et al., 1989; Fialho, 1990; Traveset, 1990; Cortes-Figueira et al., 1994; Moll and Jansen, 1995; Wilson et al., 1996; Varela and Bucher, 2002; Benítez-Malvido et al., 2003; Castro and Galetti, 2004; Strong and Fragoso, 2006; Guzmán and Stevenson, 2008; Jerzolimski et al., 2009), de las cuales algunas como *Momordica charantia* (Melón amargo), *Passiflora edulis* (Maracuyá) y *Psidium guajava* (Guayaba) son de importancia económica para las comunidades humanas.

Consumo de insectos herbívoros y vectores de enfermedades

El manejo de las plagas agrícolas y los vectores de enfermedades, han sido y continúan siendo uno de los mayores problemas para la humanidad. Anualmente, estos organismos (en su mayoría insectos) causan grandes pérdidas en la agricultura y ocasionan graves problemas en la salud pública, aumentando los costos económicos y amenazando el bienestar humano (Schwartz and Klassen, 1980; Duran and Hopkins, 2008). A pesar de los esfuerzos para controlar las poblaciones de diversas plagas los métodos y tecnologías usados no son selectivos y causan incluso mayores problemas a otras especies, los ecosistemas y el hombre (Williamson, 1998). A la luz de estos problemas, en las últimas décadas se han empezado a implementar métodos de manejo o gestión integrada de plagas, con lo que se busca evitar la afectación de los diversos componentes en los ambientes a los cuales son aplicados. Es por esto, que el comprender las interacciones entre las especies consideradas como plagas y sus enemigos naturales, ayudarían a entender como estos últimos podrían usarse como controladores biológicos reduciendo así los costos tanto económicos como ambientales (Bellows, 2001; Blaustein and Chase, 2007). En este sentido, el papel de los depredadores generalistas, como los anfibios en el control biológico ha empezado a cobrar importancia en los últimos años (Attademo et al., 2007a; 2007b). En estudios sobre los hábitos alimenticios de *Osteopilus septentrionalis* y *Lysapsus limellus* se encontró que estas especies de anuros consumen larvas de *Culex pipiens quinquefasciatus*, moscas (de la familia Ephydriidae) y libélulas (asociadas a materia orgánica y aguas estancadas) respectivamente, insectos considerados vectores de enfermedades humanas. Al evaluar la interacción entre los anuros y estos insectos se observó una disminución en el número de individuos de estos vectores (portadores de agentes patógenos), lo que sugiere que ciertas especies de anfibios estarían ejerciendo un control efectivo hacia insectos potencialmente nocivos para la salud humana (Spielman and Sullivan, 1974; Peltzer and Lajmanovich 2002).

Por otro lado, en estudios realizados para evaluar la relación entre insectos herbívoros y la ecología trófica de anfibios silvestres, se encontró que los anuros pueden ser considerados importantes controladores biológicos en cultivos de interés económico. Así como fue evidenciado en cultivos de soya transgénica en Argentina en donde se producen anualmente 30 millones de toneladas, la cual es afectada por una diversidad de insectos que atacan las plántulas y plantas causando múltiples daños (Hartmann et al., 1999, citado por Attademo





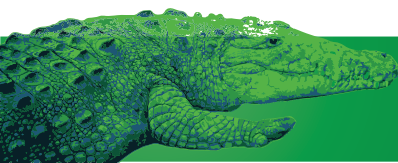
et al., 2007b). Diversas especies de anuros de las familias Bufonidae (*Rhinella arenarum*, *Rhinella fernandezae*), Cycloramphidae (*Odontophrynus americanus*), Leiuperidae (*Physalaemus albonotatus*, *Physalaemus biligonigerus*) and Leptodactylidae (*Leptodactylus chaquensis*, *Leptodactylus latinasus*) se alimentan activamente de artrópodos como larvas de lepidópteros (*Spilosoma virginica*, *Anticarsia gemmatilis*, *Peridroma saucia*, *Rachiplusia un*, *Spodoptera* sp.) homópteros (inmaduros de *Scapteris borrelli*), individuos de *Armadillum vulgare*, *Agriotes* sp., *Anomala* sp., *Diloboderus* sp., *Diabotrica speciosa*, *Lagria villosa*, *Anurogryllus muticus*, *Gryllus argentinus*, *Scapteriscus borelli*, *Schistocerca* sp., *Empoasca fabae*, *Edessa mediatubunda*, *Nezara viridula*, *Delphacodes kuscheli* y hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex* spp, *Atta* sp., *Eciton preadator*), los cuales son especies nocivas para los cultivos, observándose una relación significativa entre el porcentaje de consumo de estos artrópodos con la altura de las plantas de soya. En este sentido, es posible considerar estas poblaciones de anuros como potenciales enemigos naturales de muchas plagas, y así mismo, como efectivos controladores biológicos que podrían estar reduciendo los daños en las plantas de soya, por lo que conservarlos en los agroecosistemas constituiría una manera efectiva de usarlos como controladores biológicos (Lajmanovich et al., 2003; Peltzer et al., 2005; Attademo et al., 2005; Attademo et al., 2007a; 2007b; Peltzer et al., 2010).

Conclusión

Sin duda alguna la naturaleza proporciona a las sociedades humanas una inmensa variedad de bienes y servicios, los cuales son utilizados en el mejoramiento de su bienestar. Bajo este escenario, y como se indicó en este escrito los anfibios y reptiles proveen a la humanidad algunos servicios ambientales, de los cuales se obtienen beneficios tanto directos (fuente de alimento, medicina, comercio) como indirectos (polinización, dispersión de semillas, control de plagas y vectores de enfermedades). De igual forma, el papel de estos organismos en procesos como el ciclaje de nutrientes y flujo de energía podrían estar ayudando a mantener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de los cuales hacen parte, influyendo en la estabilidad de los diversos sistemas y por ende en la prestación de servicios por parte de estos a las sociedades.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con el apoyo de Conservation Leadership Programme (CLP) y Conservación Internacional Colombia (CI). Agradecemos al Dr. Eduardo J. Naranjo, Dr. Carlos Piña, Dr. Rômulo R. Alvesla, Dr. Pablo R. Stevenson, y la Dra. Paola M. Peltzer por su amable colaboración en la consecución de información utilizada en este escrito.



Literatura citada

Alves, R.R.N., da Silva W.L.V. and Santana, G.G. 2008. Reptiles used in traditional folk medicine: conservation implications. *Biodiversity and Conservation* 17:2037-2049.

Alves, R.R.N., Léo, N.A.N., Brooks, S.E. and Albuquerque, U.P. 2009. Commercialization of animal-derived remedies as complementary medicine in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 124:600–608.

Amaya, L.E. 1984. Actividades de los cazadores correntinos. Pp 49-74. En: *Cultura tradicional del área del Paraná medio*. [Activities of the hunters of Corrientes, in Traditional Culture of the Middle Paraná area] Bracht, F.G. (Ed.) Instituto Nacional de Antropología, Buenos Aires.

Aquino, R., Pacheco, T. and Vásquez, M. 2007. Evaluación y valoración económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. [Assessment and Evaluation of the wild fauna of the Algodón River, Peruvian Amazon region] *Revista Peruana de Biología* 14:187-192.

Arias, M.M., Peltzer, P.M. and Lajmanovich, R.C. 2002. Diet of the giant tadpole *Pseudis paradoxa platensis* (Anura, Pseudidae) from Argentina. *Phyllomedusa* 1:97-100.

Arispe, R. and Rumiz, D.I. 2002. Una estimación del uso de los recursos silvestres en la zona del bosque Chiquitano, cerrado y pantanal de Santa Cruz. [An estimation of the use of wild resources in the forest region of Chiquitano, the cerrado and pantanal region of Santa Cruz] *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental* 11:17-36.

Attademo, A.M., Peltzer, P.M. and Lajmanovich, R.C. 2005. Amphibians occurring in soybean and implications for biological control in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106:389–394.

Attademo, A.M., Peltzer, P.M. and Lajmanovich, R.C. 2007a. Feeding habits of *Physalaemus biligonigerus* (Anura, Leptodactylidae) from soybean field of Córdoba province, Argentina. *Russian Journal of Herpetology* 14:1-6.

Attademo, A.M., Cejas, W., Peltzer, P.M. and Lajmanovich, R.C. 2007b. Phenology in the diet of *Chaunus arenarum* (Anura: Bufonidae) in a soybean field of Córdoba province, Argentina. *Revista Española de Herpetología* 21:41-48.

Beard, K.H., Vogt, K.V. and Kulmatiski, A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia* 133:583-593.

Beard, K.H., Eschtruth, A.K., Vogt, K.A., Vogt, D.J. and Scatena, F.N. 2003. The effects of the frog *Eleutherodactylus coqui* on invertebrates and ecosystem processes at two scales in the Luquillo experimental forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 19:607-617.

Bellows, T.S. 2001. Restoring population balance through natural enemy introductions. *Biological Control* 21:199–205.





Benítez-Malvido, J., Tapia, E., Suazo, I., Villaseñor, E. and Alvarado, J. 2003. Germination and seed damage in tropical dry forest plants ingested by iguanas. *Journal of Herpetology* 37:301-308.

Blake, S., Wikelski, M., Cabrera, F., Guezou, A., Silva, M., Sadeghayobi, E., Yackulic, C.B. and Jaramillo, P. 2012. Seed dispersal by Galápagos tortoises. *Journal of Biogeography*.

Blaustein, L. and Chase, J.M. 2007. Interactions between mosquito larvae and species that share the same trophic level. *Annual Review of Entomology* 52:489–507.

Bolkovic, M.L. 1999. Usos de fauna silvestre de pobladores de las cercanías de la Reserva Provincial El Copo, Santiago del Estero, Argentina. [Uses of wild fauna by the inhabitants of the El Copo Provincial Reserve, Santiago del Estero, Argentina] Pp 117-124. En: Fang, T., Montenegro, O. and Bodmer, R (eds.). *Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina*. Museo Noel K Mercado [In: *Management and Conservation of Wild Resources in Latin America*], Universidad Autónoma GR Moreno, University of Florida, Instituto de Ecología & Wildlife Conservation Society.

Bolkovic, M. L. and Ramadori, D. 2006. Manejo de fauna silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable. [Management of wild fauna in Argentina. Sustainability Programs] Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires. 168 pp.

Caldironi, H.A. and Manes, M.E. 2006. Proximate composition, fatty acids and cholesterol content of meat cuts from tegu lizard *Tupinambis merianae*. *Journal of Food Composition and Analysis* 19:711–714.

Caldwell, J.P. and Carmozina, M.A. 1998. Cannibalistic interactions resulting from indiscriminate predatory behavior in tadpoles of poison frogs (Anura: Dendrobatidae). *Biotropica* 30:92-103.

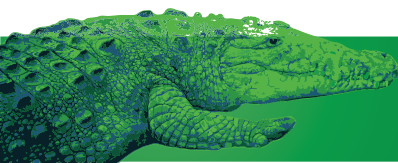
Castro, E.R. and Galetti. 2004. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). *Paéis Avulsos de Zoologia* 44:91-97.

Ciscotto, R.A., Machado de Avila, E.A., Coelho, J., Oliveira, C.G., Diniz, L.M., Farías, M.A., de Carvalho, W.S., Maria, E.F., Sanchez, A., Borges, C., Chávez-Olortegui. 2009. Antigenic, microbicidal and antiparasitic properties of an L-amino acid oxidase isolated from Bothrops jararaca snake venom. *Toxicon* 53:330–341.

Collins, J.P. and Crump, M.L. 2009. *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, Inc. New York. 296pp.

Colón-Gaud, C., Whiles, M.R., Kilham, S.S., Lips, K.R., Pringle, C.M. and Conelly, S. 2009. Assessing ecological responses to catastrophic amphibian declines: Patterns of macroinvertebrate production and food web structure in upland Panamanian streams. *The American Society of Limnology and Oceanography* 54:331-334.

Connelly, S., Pringle, C.M., Bixby, R.J., Brenes, R., Whiles, M.R., Lips, K.R., Kilham, S. and Huryn, A.D. 2008. Changes in stream primary producer communities resulting from



large-scale catastrophic amphibian declines: can small-scale experiments predict effects of tadpole loss?. *Ecosystems* 11:1262-1276.

Connelly, S., Pringle, C.M., Whiles, M.R., Lips, K.R., Kilham, S. and Brenes, R. 2011. Do tadpoles affect leaf decomposition in neotropical streams?. *Freshwater Biology* 56:1863–1875.

Cortes-Figueira, L.E., Vasconcellos-Neto, J., Garcia, M.A. and Teixeira de Souza, A.L. 1994. Saurocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). *Biotropica* 26:295-301.

Costanza, R. and Daly, H.E. 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6:37-46.

Costanza, R. and Daly, H. 1992. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology* 6(1):37-46.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Suttonkk, P. and van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.

Cuellar, R.L. 2000. Uso de los animales silvestres por pobladores Izoceños. Pp 471-483. [Use of wild animals by Izoceño inhabitants] En: Cabrera, E., Mercolli, C. and Resquín, R. Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. [In: Management of wild fauna in the Amazon region and Latin America] CITES, Paraguay Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Cuesta-Ríos, E., Valencia-Mazo, J.D. and Jiménez-Ortega, A.M. 2007. Aprovechamiento de los vertebrado terrestres por una comunidad humana en bosque tropicales (Tutunendo, Chocó, Colombia). [Exploitation of terrestrial vertebrates by a human community in tropical forests] *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo* 26:37-43.

Da Silva, H.R., De Britto-Pereira, M.C. and Caramaschi, U. 1989. Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a neotropical treefrog. *Copeia* 1989:781-783.

De Azevedo, C. L., De Almeida, A. E., Ciancaglini, P and Guerino, R. S. 2011. Antimicrobial peptides from *Phyllomedusa* frogs: from biomolecular diversity to potential nanotechnologic medical applications. *Amino Acids* 40:29-49.

De Groot, R.S., Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.

Da Silva, H.R. and Britto-Pereira, M.C. 2006. How much fruit do fruit-eating frogs eat? An investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae). *Journal of Zoology* 270:692-698.

De la Ossa, V.J., Olivero-Gómez, G. and Ruiz, J.G. 2011. Utilización de quelonios de interés económico en el municipio de Caimito, Sucre, Colombia. [Economic use of reptiles in the Caimito Municipality, Sucre, Colombia] *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3:3-14.





Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F.S. y Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4:e277.

Díaz, S., Quétier, F., Cáceres, D.M., Trainor, S.F., Pérez-Harguindeguy, N., Bret-Harte, M.S., Finegan, B., Peña-Claros, M. and Poorter, L. 2011. Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:895-902.

Durant, S.E. and Hopkins, W.A. 2008. Amphibian predation on larval mosquitoes. *Canadian Journal of Zoology* 86:1159-1164.

Fialho, R.F. 1990. Seed dispersal by a lizard and a treefrog-effect of dispersal site on seed survivorship. *Biotropica* 22:423-424.

Elguero, J., Campillo, N. and Páez, J.A. 1996. Analgésicos no convencionales: Epibatidina, un potente analgésico nicotínico. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* 62:303-321.

Fisher, B., Turner, R.K. y Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68:643-653.

Fittkau, E.J. 1970. Role of caimans in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon affluents (An hypothesis). *Biotropica* 2:138-142.

Fitzgerald, L.A., Chani, J.M. and Donadio, O.E. 1991. *Tupinambis* lizards in Argentina: Implementing management of a traditionally exploited resource. Pp 303-316. En: Robinson, J. and Redford, K (eds.). "Neotropical Wildlife: Use and Conservation". University of Chicago Press, Chicago, USA.

Fitzgerald, L.A., Porini, G. and Lichtschein, V. 1994. El manejo de *Tupinambis* en Argentina: Historia, estado actual y perspectivas futuras. *Interciencia* 19(4): 166-170.

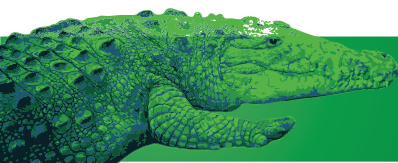
Flecker, A.S., Feifarek, B.P. and Taylor, B.W. 1999. Ecosystem engineering by a tropical tadpole: density-dependent effects on habitat structure and larval growth rates. *Copeia* 1999:495-500.

Frost, D.R. 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> American Museum of Natural History, New York, USA.

Gerdes, D.L., Moody, M.W. and Joanen, T. 1985. Thermal process studies of alligator meat. *Proceedings of the 10th Annual Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas*.

Gómez-Baggethun, E. and de Groot, R. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16:4-14.

Gualdrón-Duarte, J.E., Olaya, M.H., Klappe, R.A., Urbina-Cardona, J.N., Cadena-Vargas, C.E., Urciullo, F. and Ruiz-A, C.A. In press. Natural Capital Strategy for Colombia:



Recognizing the role of ecosystem services on human wellbeing and the environmental public policy construction.

Guzmán, A. and Stevenson, P.R. 2008. Seed dispersal, habitat selection and movement patterns in the Amazonian tortoise, *Geochelone denticulata*. *Amphibia-Reptilia* 29:463-472.

Hansen, D.M., Kiesbüy, H.C., Jones, C.G. and Müller, C.B. 2007. Positive indirect interactions between neighboring plant species via a lizard pollinator. *The American Naturalist* 169:534-542.

Hill, K. and Padwe, J. 2000. Sustainability of Ache hunting in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. 79-105. In: Robinson, J.G. and Bennett, E.L. *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. Columbia University Press.

Hirth, H.F., Kasu, J. and Mala, T. 1999. Observations on a leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting population near Piguwa, Papua New Guinea. *Biological Conservation* 65:77-82.

Hoffman, L.C. 2008. The yield and nutritional value of meat from African ungulates, camelidae, rodents, ratites and reptiles. *Meat Science* 80:94-100.

Hoffman, L.C., Fisher, P.P and Sales, J. 2000. Carcass and meat characteristics of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:390-396.

Holmlund, C.M. and Hammer, M. 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics* 29:253-268.

IUCN 2012. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 19 September 2012.

Iverson, J.B. 1985. Lizards as seed dispersers?. *Journal of Herpetology* 19: 292-293.

Jerozolinski, A., Ribeiro, M.B. and Martins, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests?. *Oecologia* 161:517-528.

Klemens, M.W. and Thorbjarnarson, J.B. 1995. Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation* 4:281-298.

Kunz, T.H., de Torrez, E.B., Bauer, D., Lobova, T. and Fleming, T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1-38.

Lajmanovich, R., Peltzer, P., Attademo, A. and Cejas, W. 2003. Amphibians in Argentinean soybean croplands: implications for biological control. *Froglog* 59:3-4.

Lattera, P., Jobbágy, E.G., and Paruelo, J.M. 2011. Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. [Appraisal of ecosystem services: concepts, tool and applications for territorial organization] Buenos Aires, INTA. 740pp.





Lawton, R.O., Putz, F.E. 1988. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind exposed tropical lower montane rain forest. *Ecology* 69:764-777.

Loa, E.L., Cervantes, M.A., Durand, L.S. Peña, A.J. 1998. Uso de La biodiversidad. [Use of biodiversity] Pp 103-152. En: La diversidad biológica de México: Estudio de País. [In: The biological diversity of Mexico: National Study] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Losey, J.É. and Vaughan, M. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* 56:311-323.

Martín-López, B., González, J.A., Díaz, S., Castro, I. and García-Llorente, M. 2007. [Biodiversity and human wellbeing: the role of functional diversity] Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas* 16:69-80.

MEA. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Island Press.

Mittermeier, R.A., Carr, J.L., Swingland, I.R., Werner, T.B. and Mast. R.B. 1992. Conservation of amphibians and reptiles. In *Herpetology: current research on the biology of amphibians and reptiles*. (K. Adler, ed.) pp.59-80. Oxford, Ohio: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

Milton, K., Knight, C.D. and Crowe, I. 1991. Comparative aspects of diet in amazonian forest-dwellers. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 334:253-263.

Moll, M. and Jansen, K.P. 1995. Evidence for a role in seed dispersal by two tropical herbivorous turtles. *Biotropica* 27:121-127.

Mora, J.M. 1999. *Leptodeira annulata* (culebra desteñida, banded cat-eye Snake). Diet. *Herpetological Review* 30(2):102.

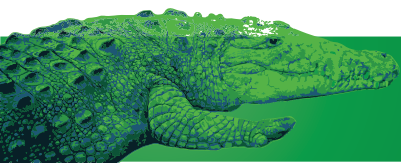
Naranjo, E.J. 2012. Uso de la fauna silvestre en Chiapas. [The use of wild fauna in Chiapas] Pp. 242-251. En: CONABIO (Ed). La Biodiversidad en Chiapas, Estudio de Estado. [In: Biodiversity in Chiapas: National Study] CONABIO, México, D.F.

Naranjo, E.J., Guerra, M.M., Bodmer, R.E. and Bolaños, J.E. 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 24:233-253.

Naranjo, E.J. & A. Cuarón. 2010. Usos de la fauna silvestre. [Uses of wild fauna] Pp. 271-283. In: Ceballos, G., Martínez, L. García, A., Espinoza, E., Bezaury, J. and Dirzo, R. [In: Diversity, threats and areas of priority for the conservation of the Pacific jungles of Mexico] Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas del Pacífico de México. FCE, CONABIO, CONANP, Alianza WWF-TELCEL, ECOCIENCIA S.C., TELMEX. México D.F., México.

Nelson, E.J. and Daily, G.C. 2010. Modelling ecosystem services in terrestrial systems. *Biology Reports* 2:53.

Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcuita, S. and Favila, M.E. 2008.



Ecological functions and ecosystem services provided by scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141:1461-1474.

Norman, D.R. 1987. Man and tegu lizards in Eastern Paraguay. *Biological Conservation* 41:39-56.

Nyhagen, D.F., Kragelund, C., Olesen, J.M. and Jones, C.G. 2001. Insular interactions between lizards and flowers: flower visitation by an endemic Mauritian gecko. *Journal of Tropical Ecology* 17:755-761.

Olesen, J.M. and Valido, A. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18:177-181.

Olesen, J.M., Alarcón, M., Ehlers, B.K., Aldasoro, J.J. and Roquet, C. 2012. Pollination, biogeography and phylogeny of oceanic island bellflowers (Campanulaceae). Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics doi:10.1016/j.ppees.2012.01.003.

Olsson, M., Shine, S. and Ba'k-olsson, E. 2000. Lizards as a plant's 'hired help': letting pollinators in and seeds out. *Biological Journal of the Linnean Society* 71:191-202.

Ortega, S.M., Reyes, L.M. and Dickinson, F. 1999. La cacería tradicional en el norte de Yucatán: una práctica comunitaria. [Traditional hunting in northern Yucatan: a comunal practice] *Revista de Geografía Agrícola* 29:43-51.

Peltzer, P.M. and Lajmanovich, R.C. 2002. Preliminary studies of food habits of *Lysapsus limellus* (Anura, Pseudidae) in lentic environments or Paraná river, Argentina. *Bull. Soc. Herp. France* 101:53-58.

Peltzer P.M., Lajmanovich, R.C., Attademo A. M. and W. Cejas 2005. Diversidad y conservación de anuros en ecosistemas agrícolas de Argentina: implicancias en el control biológico de plagas. [Diversity and Conservation of amphibians in the agricultural ecosystems of Argentina] En: *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II*. [In: Topics in biodiversity of the Argentinean Litoral Fluvial region II] *INSUGEO, Miscelánea*, 14:263-280.

Peltzer, P.M., Attademo, A.M., Lajmanovich, R.C., Junges, C.M., Beltzer, A.B. and Sanchez, L.C. 2010. Trophic dynamics of three sympatric anuran species in a soybean agroecosystem from Santa Fe Province, Argentina. *Herpetological Journal* 20:261-269.

Peres, C.A. 2000. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests. *Conservation Biology* 14:240-253.

Peres, C. A. and Nascimento, H.S. 2006. Impact of game hunting by the Kayapó of south-eastern Amazonia: implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. *Biodiversity and Conservation* 15:2627-2653.

Pérez-Mellado, V. and Casas, J.L. 1997. Pollination by a lizard on a mediterranean island. *Copeia* 1997:593-595.

Pérez-Mellado, V., Ortega, F., Martín-García, S., Perera, A. and Cortázar, G.





2000. Pollen load and transport by the insular lizard, *Podarcis lilfordi* (squamata, lacertidae) in coastal islets of menorca (balearic islands, spain). Israel Journal of Zoology 46:193-200.

Pough, F. H., Andrews, R.M., Cadle, J.E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. and Wells, K. D. 1998. Herpetology. Upper Saddle River, Prentice-Hall. 736 pp.

Racero-Casarrubia, J.A., Vidal, C.C., Ruíz, O.D. and Ballesteros, J.C. 2008. Percepción y patrones de uso de la fauna silvestre por las comunidades indígenas Embera-Katíos en la cuenca del río San Jorge, zona amortiguadora del PNN-Paramillo. [Perception and use patterns of the wild fauna by the Embera-Kaitós indigenous communities in the floodplain of the San Jorge river basin, Paramillo National Park] Revista de Estudios Sociales 31:118-131.

Ranvestel, A.W., Lips, K.R., Pringle, C.M., Whiles, M.R. and Bixby, R.J. 2004. Neotropical tadpoles influence stream benthos: evidence for the ecological consequences of decline in amphibian populations. Freshwater Biology 49:274-285.

Remor, S.R., Pedrinho, T., Feliciano, X., Hilário, W., Gerônimo, S. and Marcelo, E. 2000. Subsistence hunting among the Waimiri Atroari Indians in central Amazonia, Brazil. Biodiversity and Conservation 9:579-596.

Sazima, I. and Strüssmann, C. 1990. Necrofagia em serpentes brasileiras: exemplos e previsões. Revista Brasileira de Biologia 50:463-468.

Sazima, I., Sazima, C. and Sazima, M. 2005. Little dragons prefer flowers to maidens: a lizard that laps nectar and pollinates trees. Biota Neotropica 5:185-192.

Sadeghayobi, E., Blake, S., Wikelski, M., James, G., Mackie, R. and Cabrera, F. 2011. Digesta retention time in the Galápagos tortoise (*Chelonoidis nigra*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 160:493-497.

Schlaepfer, M.A., Hoover, C. and Kenneth, C.D. 2005. Challenges in evaluating the impact of the trade in amphibians and reptiles on wild populations. BioScience 55:256-264.

Schwartz, P.H. and Klassen, W. 1980. Pests. The Antioch Review 38:493-515.

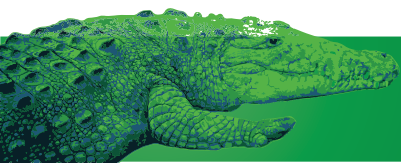
Spielman, A. and Sullivan, J. 1974. Predation on peridomestic mosquitoes by hylid tadpoles on grand Bahama island. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 23:704-709.

Solomon, C.T., Flecker, A.S. and Taylor, B.W. 2004. Testing the role of sediment-mediated interactions between tadpoles and armored catfish in a Neotropical stream. Copeia 2004:610-616.

Strong, J.N. and Fragoso, J.M. 2006. Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata* in northwestern Brazil. Biotropica 38:683-686.

Schwartz, P.H. and Klassen, W. 1980. Pests. The Antioch Review 38:493-515.

TEEB. 2010. La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los



aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB. [Ecosystem economy and diversity: incorporation of economic aspects of nature. A summary of the focus, conclusions and recommendation of the TEEB study]

Tejada, R., Chao, E., Gómez, H., Painter, R.E. and Wallace, R.B. 2006. Evaluación sobre el uso de la fauna silvestre en la tierra comunitaria de origen Tacana, Bolivia. [Evaluation of the use of wild fauna in the community land of Tacana, Bolivia] *Ecología en Bolivia* 41:138-148.

Traveset, A. 1990. *Ctenosaura similis* Gray (Iguanidae) as a seed disperser in a central american deciduous forest. *American Midland Naturalist* 123:402-404.

Traveset, A. and Sáez, E. 1997. Pollination of *Euphorbia dendroides* by lizards and insects: spatio-temporal variation in patterns of flower visitation. *Oecologia* 111:241-248.

Tyler, M.J., Wassersug, R. and Smith, B. 2007. How frogs and humans interact: Influences beyond habitat destruction, epidemics and global warming. *Applied Herpetology* 4:1-18.

Uetz, P. (ed.). The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed July 14, 2012.

Valido, A. and Nogales, M. 1994. Frugivory and Seed Dispersal by the Lizard *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a Xeric Habitat of the Canary Islands. *Oikos* 70:403-411.

Varela, R.O. and Bucher, E.H. 2002. Seed dispersal by *Chelonoidis chilensis* in the chaco dry woodland of Argentina. *Journal of Herpetology* 36:137-140.

Vázquez, P.E., Méndez, R.M., Retana, O.G. and Naranjo, E.J. 2006. Uso medicinal de la fauna silvestre en los altos de Chiapas, México. [Medicinal use of wild fauna in the high regions of Chiapas, Mexico] *Interciencia* 31(7):491-499.

Wells, K.D. 2007. The ecology & behavior of amphibians. The University of Chicago. United States of America. 1162p.

Whelan, C.J., Wenny, D.G. and Marquis, R.J. 2008. Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134:25-60.

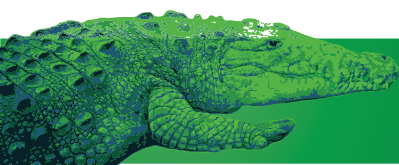
Wenny, D.G., DeVault, T.L., Johnson, M.D., Cagan, D.K., Sekercioglu, H., Tomback, D.F. and Whelan, C.J. 2011. The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The Auk* 128:1-14.

Wetterberg G. B.; Ferreira M.; Brito W. L.; de Araújo V. C. 1976. Espécies da fauna Amazônica potencialmente preferidas para consumo nos restaurantes de Manaus. [Fauna species that are preferred for consumption in the restaurants of Manaus] *Brasil Florestal* 7:59-68.

Williamson, S. 1998. Understanding natural enemies; a review of training and information in the practical use of biological control. *Biocontrol News and Information* 19:117N-126N.

Wilson, M.F., Sabag, C., Figueroa, J., Armesto, J.J. and Caviedes, M. 1996. Seed dispersal







**CONSERVACIÓN
INTERNACIONAL**
Colombia

