



RELACIONES PLANTA - HERPETOFAUNA: NUEVAS PERSPECTIVAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA

D. Galindo-Uribe, J. M. Hoyos-Hoyos¹

*Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología,
¹Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7 No. 40 - 62, Bogotá, Colombia
dgalindo@javeriana.edu.co, jmhoyos@javeriana.edu.co
⁽¹⁾ Investigador del CIEBREG*

RESUMEN

Los anfibios y los reptiles son en su mayoría considerados carnívoros; sin embargo, se reconoce la herbivoría por parte de algunas especies, las cuales pueden llegar a ser esenciales en la reproducción de algunas plantas, participando en los procesos de polinización y dispersión de semillas de manera exitosa. Se conoce poco acerca de la contribución de la herpetofauna a estos procesos, la importancia de éstos en los ecosistemas y cómo la transformación de los mismos puede alterar los procesos. Sin embargo, desde mediados de los años ochenta, las publicaciones sobre el estudio de las interacciones han presentado un incremento en número y en rigurosidad. Mediante una recopilación de parte de la información disponible de la participación de los anuros y lagartos en los procesos polinización y dispersión de semillas, se observa que la mayor proporción de estudios se han realizado principalmente en lagartos en ecosistemas áridos, correspondientes en su mayoría en las islas mediterráneas de España y zonas costeras de Brasil, mientras que hasta el momento no se conocen registros de estas interacciones para Colombia. Los síndromes como saurofilia, anurocoria y saurocoria no están bien definidos aún, y hasta el momento son casi específicos por cada interacción o por región geográfica. Las interacciones entre lagartos y plantas han sido consideradas como un fenómeno de islas, posiblemente por sesgos de muestreo, pues éstas con el tiempo están siendo igualmente descritas en el continente. Estos sesgos pueden estar relacionados con un incremento en el muestreo de localidades geográficas en las cuales previamente se han descrito las interacciones, o con la escala temporal a la cual se realizan los estudios. Se hace una definición de algunos de los términos utilizados por los especialistas dentro de esta área y un breve análisis de esta información enfocado en las perspectivas de estudio de estas interacciones en Colombia.

Palabras clave: anuros, dispersión, herbivoría, lagartos, polinización.

ABSTRACT

Amphibians and reptiles are considered primarily carnivorous; however some species are herbivorous being very important for some plants reproduction, because they participate in pollination processes and seed dispersion in a successful way. We have a poor knowledge about herpetofaunal contribution in these processes, their importance in different ecosystems and how ecosystem transformations can disturb these processes. However, since mid 80's papers about herpetofaunal-plant interactions are raised in both number and rigor. Taking into account available information about anuran and lizard participation in pollination and seed dispersal processes, we conclude that the majority of studies have been carried on lizards in arid ecosystems, mainly in Mediterranean islands from Spain and in coastal zones in Brasil, while in Colombia we do not know records on these interactions. Syndromes as saurophyly, anurocory and saurocory are not yet precisely defined and are just described for both interactions and geographical regions. Lizard-plant interactions are considered as an exclusive phenomenon presented in islands, maybe owing to sample bias, but nowadays these interactions are described in continental territories too.

These biases may be related to a sample increases in geographical points where interactions were already described, or to the temporal scale of study. Some specialized pollination and seed dispersal terms are defined and a short analysis about all information compiled is undertaken focused in Colombian perspectives about studies on these interactions.

Key words: Pollination, dispersal, herbivory, anurans, lizards

INTRODUCCIÓN

La contribución de la herpetofauna en las cadenas tróficas como importantes depredadores y su utilidad en los mecanismos de control biológico es bien conocida (Stebbins y Cohen, 1995), pero se conoce poco acerca de su participación en otros procesos ecológicos como son la polinización y la dispersión de semillas, la importancia de éstos en los ecosistemas y cómo la transformación de los mismos puede alterar estos procesos.

Los anfibios se consideran carnívoros, con algunas excepciones de registros correspondientes a sapos que consumen restos de plantas (Duellman y Trueb, 1986) además de su dieta carnívora. Los reptiles también son considerados en su mayoría carnívoros, pero existen especies con dieta herbívora o especies omnívoras que pueden consumir material vegetal como néctar, polen, pétalos y frutos (e.g. Sazima *et al.*, 2005). Sin embargo, en los estudios de dieta en anfibios y reptiles, el material vegetal es descartado del análisis en la mayoría de los casos o se incluye como una sola categoría, sin especificar su naturaleza, subestimando su contribución en la dieta o reportándose como consumo accidental (Malkmus 2000; Olensen y Valido, 2003; Silva *et al.*, 1989; Silva y Britto-Pereira, 2006; Valido *et al.*, 2003).

Al consumir material vegetal, algunas especies se comportan como herbívoros ya que este consumo no representa ningún beneficio a cambio para la planta; sin embargo, otras especies contribuyen y son

esenciales en la reproducción de algunas plantas al consumir sus partes reproductivas y participar en los procesos de polinización y dispersión de semillas de manera exitosa (Godínez-Álvarez, 2004), generando así una relación mutualista (Traveset, 2002).

Existen unos pocos estudios que describen estas interacciones a nivel continental; sin embargo, los estudios acerca de las interacciones entre la herpetofauna y las plantas se han desarrollado en mayor proporción en ecosistemas insulares (Godínez-Álvarez 2004) y ha sido propuesto que este fenómeno puede ser característico de las islas (Olensen y Valido, 2003).

Al presentarse un mayor conocimiento de las interacciones entre los reptiles y las plantas en los ecosistemas insulares, los estudios también se han enfocado en determinar la importancia de éstas en el mantenimiento de las plantas en estos ecosistemas, demostrando que los lagartos representan para algunas plantas un elemento esencial en su reproducción y que su ausencia puede conllevar la extinción local de estas plantas (Traveset, 1999, 2002).

A pesar de que la participación de la herpetofauna en estos procesos a nivel continental se considera poco representativa, autores como Traveset (1999, 2002) nombra la relación existente entre los fragmentos generados por la transformación de los ecosistemas y las islas, por lo cual la ruptura de estos mutualismos también podría tener consecuencias en la conservación de los ecosistemas continentales.

En Colombia no se han dado a conocer trabajos en los cuales se busque determinar la participación de la herpetofauna en los procesos de polinización y dispersión de semillas, tanto a nivel insular como continental. Por lo tanto, este tema representa una nueva rama de estudio para los anfibios y reptiles en el país, en la cual es importante empezar a desarrollar investigaciones.

A continuación, haremos una revisión de la literatura con el fin de mostrar una panorámica sobre la relación de la herpetofauna y la flora y los procesos en los que participan en esa relación, haciendo una definición previa de algunos de los términos utilizados por los especialistas dentro de esta área.

DEFINICIÓN DE ALGUNOS TÉRMINOS

Para comprender un poco mejor todo lo relacionado con las relaciones entre la herpetofauna y las plantas, es necesario aclarar, antes que todo, algunos de los términos utilizados para esto.

Los mutualismos no simbióticos son los que se presentan entre plantas y animales en los cuales las especies se benefician entre sí, pero no viven juntas. La polinización y la dispersión de semillas hacen parte de estos mutualismos y representan procesos de gran importancia ecológica. El beneficio mutuo en estos procesos se genera si las plantas ofrecen recursos a los animales que ayudan a las plantas a reproducirse exitosamente. En la polinización, la transferencia de polen de una flor a otra de la misma especie por parte de un polinizador, permite la fertilización de los óvulos de la planta, la cual ofrece néctar o un exceso de polen como comida para sus polinizadores. En la dispersión de semillas, éstas son transportadas y defecadas a sitios lejanos de las plantas parentales (en los cuales pueden o no germinar), las cuales ofrecen frutos o

semillas nutritivas a sus dispersores (Howe y Westley, 1988), pudiendo actuar, por lo tanto, también como depredadoras de éstas.

La selección natural por parte de diferentes animales con diferentes capacidades sensoriales, requerimientos nutricionales y hábitos, han moldeado diferentes adaptaciones en las flores. Los síndromes de la polinización son el conjunto de colores, fragancias y formas de las flores que son utilizados como indicadores por insectos y/o vertebrados polinizadores para localizar las flores. De la misma manera, los atributos morfológicos, fisiológicos y sensoriales de los animales que visitan las flores inciden en su papel como polinizador. Los síndromes de dispersión son el conjunto de colores, olores, formas y cualidades nutricionales de los frutos asociadas a la diseminación de las semillas por parte de agentes bióticos y abióticos. Estos síndromes representan la respuesta adaptativa a la selección por parte de animales que cargan, recogen y acumulan semillas, o animales que consumen frutos y luego desechan las semillas (Howe y Westley, 1988).

A la dispersión de semillas por parte de anuros se le ha denominado como anurocoria (Fialho, 1990); saurofilia al síndrome que comprende las características de las plantas apropiadas para la polinización por parte de reptiles (Sazima *et al.*, 2005), y saurocoria a la frugivoría y dispersión de semillas por lagartos a sitios favorables para su dispersión y crecimiento (Pérez-Mellado *et al.*, 2005).

El grado en el cual los síndromes son representados en una comunidad puede indicar la importancia de diferentes tipos de animales para la polinización local. Igualmente, los síndromes de dispersión pueden dar un primer enfoque con respecto a los tipos de mutualismos entre plantas y animales que prevalecen en una comunidad (Howe y Westley, 1988).

HERBIVORÍA POR ANFIBIOS Y REPTILES

En los últimos años se ha recopilado evidencia que sugiere que algunas especies de anfibios no son únicamente carnívoras sino también pueden ser herbívoras (Malkmus, 2000). Además de los reportes de renacuajos herbívoros de diferentes especies (Stebbins y Cohen, 1995), se han reportado algunos anuros que consumen frutos como: *Rana esculenta*, *Euphylyctis hexadactylus* (*Rana hexadactyla*), *Xenohyla truncata* (*Hyla truncata*), *Chaunus marinus* (llamado antes *Bufo marinus*) y *Amietophrynus regularis* (llamado antes *Bufo regularis*) (Malkmus, 2000; Silva *et al.*, 1989, Silva y Britto-Pereira, 2006).

Dentro de los reptiles, algunas tortugas y lagartos han sido considerados omnívoros por incluir una cantidad importante de material vegetal en sus dietas (Pough *et al.*, 1998), siendo las tortugas el taxón del cual se conocía la mayor cantidad de especies con hábitos herbívoros (Szarski, 1962). Sin embargo, un incremento en el registro de las especies que poseen estos hábitos ha contribuido a que actualmente los lagartos puedan considerarse los reptiles frugívoros más conocidos (Castro y Galetti, 2004).

Pocos lagartos son considerados herbívoros verdaderos. Se había propuesto la existencia de una clina desde formas herbívoras hasta formas carnívoras, presentando especies en los polos opuestos de este espectro que pueden estar cercanamente relacionadas (Sokol, 1967). Sin embargo, Espinoza *et al.* (2004), al realizar una revisión de literatura en herbivoría por lagartos, encontraron que las dietas pueden ser más discretas de lo que se pensaba, por lo cual definieron las especies insectívoras como aquellas que poseen entre 0-10% de material vegetal en la dieta (proporción volumétrica), las omnívoras con un porcentaje entre 11 y 50, y las herbívoras en un rango

correspondiente entre 70 y 100% (sin determinar la categoría de aquellos que poseen entre 51 y 69% de material vegetal).

Inicialmente se pensaba que familias de lagartos con mayores tamaños corporales presentaban una mayor tendencia a la herbivoría, como los pertenecientes a la familia Iguanidae (*sensu lato*) los cuales fueron propuestos como los herbívoros más primitivos (Sokol, 1967), además que esta tendencia se daba en ambientes cálidos, como trópicos y desiertos, donde los animales mantienen temperaturas corporales mayores (Espinoza *et al.*, 2004). Sin embargo, estudios filogenéticos en familias como Liolaemidae, que habitan en regiones más frías a mayores altitudes, han demostrado orígenes múltiples de la herbivoría y de manera más frecuente y a tasas mucho más altas que en otros lagartos que también poseen especies herbívoras (Espinoza *et al.*, 2004). La invasión de áreas de climas fríos por parte de especies de la familia Liolaemidae se pudo favorecer por los efímeros y menos abundantes que pueden ser los insectos a estas alturas como recurso alimenticio, en comparación con las plantas, similar a lo ocurrido con los lagartos en las islas en las cuales los insectos también son escasos. De todas formas, se ha identificado que la herbivoría en climas más fríos requiere de algunos rasgos ecofisiológicos como una mayor temperatura corporal y el incremento de los periodos de actividad (Espinoza *et al.*, 2004; Vitt, 2004).

Igualmente, Cooper y Vitt (2002), mediante revisión de literatura sobre la herbivoría en este grupo de reptiles y análisis filogenéticos, observan que la mayoría de las especies de lagartos son carnívoros, pero también los hay omnívoros y, aunque en menor proporción, herbívoros. También concluyen que todos los gremios (entendidos aquí como un grupo de especies que explota la misma clase de recurso ambiental en una forma similar

(Blondel, 2003), es decir, carnívoros, herbívoros y omnívoros, han evolucionado varias veces y de manera independiente.

Dentro de las familias recopiladas por Godínez-Álvarez (2004), mediante revisión de literatura, consumen néctar Gekkonidae, Lacertidae, Teiidae, Scincidae; consumen flores Cordylidae, Iguanidae (*sensu lato*), Lacertidae, Teiidae, Scincidae, y consumen frutos Gekkonidae, Iguanidae, Lacertidae, Teiidae, Scincidae y Varanidae. Además de estas familias, la herbivoría también se ha desarrollado en mayor proporción en los lagartos pertenecientes a la familia Liolaemidae, y en menor proporción en otras familias como Agamidae y Gerrhosauridae (Espinoza *et al.*, 2004).

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR ANFIBIOS

No se han reportado evidencias de los anfibios como reales o potenciales polinizadores, y acerca de la participación de los anfibios en la dispersión de semillas se po-

seen registros excepcionales (Silva *et al.*, 1989; Fialho, 1990).

En Barra de Maricá, Brasil (figura 1), *Xenohyla truncata* (Hylidae) consume frutos de *Anthurium harrisii* (Araceae), *Maytenus obtusifolia* (Celastraceae) y de *Erythroxylum ovalifolium* (Erythroxyllaceae) contribuyendo efectivamente a la dispersión de sus semillas. Los frutos de estas especies son consumidos de manera no accidental, siendo las semillas viables después del paso por su tracto digestivo y siendo dejadas en las axilas de las bromelias *Neoregelia cruenta* (donde se encuentran las heces fecales de las ranas), los cuales representan un sitio con mejores condiciones para el desarrollo de las semillas que el suelo arenoso y seco, al otorgar agua durante todo el año a las semillas (Silva *et al.*, 1989; Fialho, 1990).

El consumo de frutos, semillas, flores y otro tipo de material vegetal en la dieta de *X. truncata* se ha confirmado a lo largo de 21

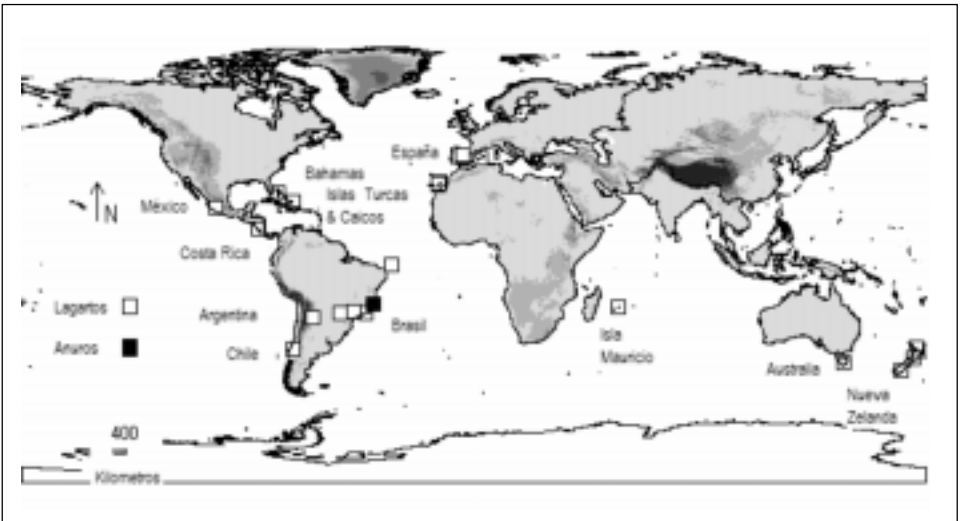


Figura 1. Mapa con la ubicación de los estudios realizados a nivel mundial acerca de los procesos de polinización y dispersión de semillas en los que participan anuros y lagartos.

meses de un total de 22 de muestreo, variando estacionalmente la frecuencia de las plantas en la dieta de esta rana (Silva y Britto-Preira, 2006).

POLINIZACIÓN Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR LAGARTOS

El papel de los lagartos en la polinización y dispersión de semillas ha sido considerado de menor importancia en relación con el de las aves y mamíferos; sin embargo, muchas especies de lagartos que se alimentan de néctar y frutos de las plantas pueden polinizar de manera efectiva o dispersar semillas a sitios lejanos de las plantas parentales. Por lo anterior, y por un aumento en la rigurosidad con la cual se realiza el estudio de estas interacciones lagarto-planta, éstas se han convertido en una rama promisoriosa de la investigación de los mutualismos (Godínez-Álvarez, 2004; Olensen y Valido, 2003).

En la literatura se encuentra una mayor proporción de trabajos publicados en lagartos en relación con los publicados para anuros;

asimismo, se han publicado más estudios relacionados con la dispersión de semillas por lagartos en comparación con aquellos sobre polinización (figura 2).

Polinización por lagartos

Se observa que en general las especies de lagartos que consumen néctar pueden ser muy abundantes en las plantas con flores, y es en el momento de su consumo cuando se adhieren los granos de polen a diferentes partes de su cuerpo dependiendo del grupo de estudio (Godínez-Álvarez, 2004).

En Nueva Zelanda, los gekos *Hoplodactylus duvauceli* y *H. pacificus* han sido observados consumiendo néctar de flores de *Metrosideros excelsa* (Myrtaceae), *Myoporum laetum* y *Phormium tenax* (Agavaceae). Éstos forrajean activamente entre inflorescencias, y posiblemente entre plantas, principalmente de *M. excelsa*, cargando grandes cantidades de polen en sus cuerpos durante un tiempo y una distancia (de 20-50 m) adecuada para transportarlo a otra planta (Whitaker, 1987).

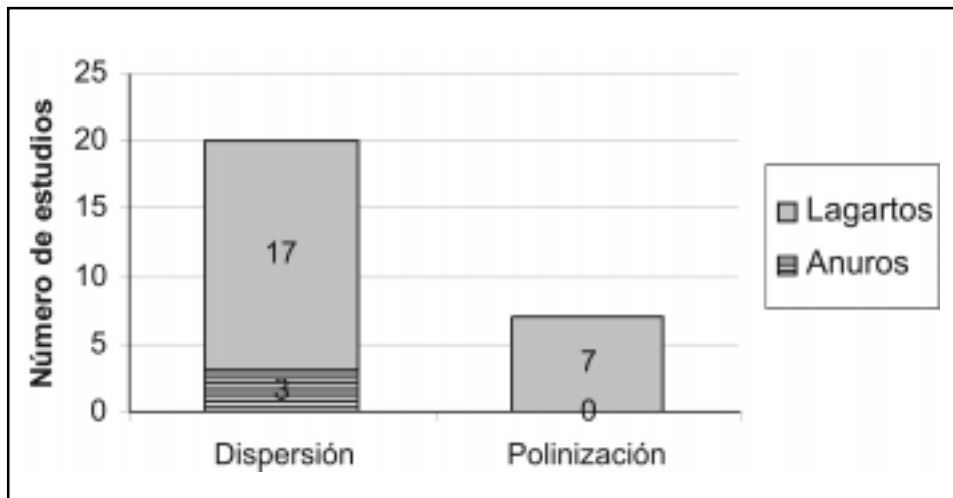


Figura 2. Número de estudios realizados en anuros y lagartos en polinización y dispersión de semillas de un total de 25 estudios revisados.

En las islas Baleares, Cabrera y el islote Moltona, el lagarto *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) es abundante y consume néctar de la planta *Euphorbia dendroides* (Euphorbiaceae), siendo su principal polinizador (Sáez y Traveset, 1995; Traveset, 1999), al igual que consume néctar y actúa como polinizador potencial de *Rasmarinus officinalis* (Labiatae). También se han observado lagartos de *P. lilfordi* alimentándose de parte de flores de *Alyssum maritimum* (Brassicaceae), *Fumana ericoides* (Cistaceae), *Cneorum tricoccon* (Cneoraceae), *Arthrocnemum fruticosum* (Chenopodiaceae) y *Globularia alypum* (Globulariaceae) (Sáez y Traveset, 1995).

En la Isla del Aire y los islotes Nitge, Rey y Sanitja, *P. lilfordi* poliniza a *Crithmum maritimum* (Umbeliferae) de la cual carga y transporta grandes cantidades de polen, al igual que transporta polen de las plantas *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) y *Allium ampeloprasum* (Liliaceae) en diferente proporción de acuerdo con la isla (Pérez-Mellado y Casas, 1997; Pérez-Mellado *et al.*, 2000).

En el archipiélago Fernando de Noroña, al nororiente de Brasil, el lagarto *Euprepis atlanticus* (Scincidae) visita flores del árbol *Erythrina velutina* (Fabaceae) en busca de néctar durante el periodo seco cuando escasean las fuentes de agua dulce, posiblemente en busca de azúcares como fuente energética y agua. Al consumir néctar, el cuerpo del lagarto entra en contacto con las anteras y el estigma, desplazándose entre flores de una inflorescencia, o entre inflorescencias del mismo o de diferentes árboles favoreciendo su entrecruzamiento y actuando como potencial polinizador (Sazima *et al.*, 2005).

Los lagartos también pueden participar de estos procesos de manera indirecta, permitiendo que otros organismos lleven a cabo la polinización. En el monte Wellington

de Tasmania, en sitios de rocas descubiertas o cubiertas con vegetación densa, el lagarto *Niveoscincus microlepidotus* (Scincidae) remueve la caliptra (pétalos fusionados) de las flores de *Richea scoparia* (Epacridaceae) en busca del néctar presente en la caliptra y de las gotas que caen durante el proceso, dejando expuesta la parte reproductiva de la planta. En este caso las partes del lagarto no entran en contacto con las anteras o el estilo y no se transporta polen en el cuerpo de los lagartos, por lo cual *N. microlepidotus* no lleva a cabo el proceso de polinización. Sin embargo, una vez la caliptra es retirada de las flores, éstas pueden ser visitadas por insectos potencialmente polinizadores. Las flores a las cuales acceden polinizadores gracias a la ausencia de caliptras, producen frutos que liberaban sus semillas exitosamente, lo cual no sucede en las flores a las cuales no se les remueve la caliptra. De esta forma, se demuestra que *R. scoparia* es dependiente de *N. microlepidotus* para llevar a cabo su reproducción mediante entrecruzamiento (Olsson *et al.*, 2000).

Dispersión de semillas por parte de lagartos

El consumo de diferentes especies de plantas por parte de lagartos, tiene efecto en la germinación de las semillas (Godínez-Álvarez, 2004). Así, en las islas Bahamas, Turks y Caicos, las semillas de *Coccoloba uvifera* y *Casasia clusiaefolia* colectadas de las heces fecales de las iguanas, germinan más fácilmente y en mayor proporción después de su paso a través del tracto digestivo de las iguanas de roca *Cyclura rileyi* y *C. carinata* (Iguanidae), en comparación con las semillas no consumidas (Iverson, 1985).

En Nueva Zelanda se han observado algunas especies de los géneros *Hoplodactylus* y *Naultinus* (Gekkonidae), y *Cyclodina* y *Leiopisma* (Scincidae), alimentándose

durante el verano de frutos principalmente de algunas especies de los géneros *Coprosma*, *Gaultheria*, *Hymenantha*, *Macropiper* y *Muehlenbeckia*. Las semillas de los frutos son ingeridas y pasan a través del tracto digestivo sin ser dañadas; son depositadas en sitios que pueden ofrecer buenas condiciones para éstas, resultando algunas viables en el laboratorio (Whitaker, 1987). Además, por sus patrones de movimiento, los lagartos podrían ser dispersores de semillas importantes a cortas distancias, o dentro de un mismo tipo de vegetación, contrario al aporte que pueden ofrecer las aves a largas distancias (Whitaker, 1987).

La efectividad de *H. maculatus* (Gekkonidae) como dispersor de semillas de la planta *Coprosma propinqua* (Rubiaceae) en la Isla Mana de Nueva Zelanda, fue comprobada a una escala local (dentro de un hábitat y a lo largo de ecotonos) y a cortas distancias. Grandes cantidades de semillas de *C. propinqua* pasan intactas por el tracto digestivo de este geco, presentando niveles muy altos de germinación, al depositar las semillas lejos de la planta parental en sitios favorables para su germinación como lo son los espacios debajo de las rocas (Wotton, 2002).

En las Islas Canarias, en Tenerife, *Gallotia galloti* (Lacertidae) posee hábitos frugívoros ya que incluye dentro de su dieta una gran proporción de frutos frescos y secos principalmente de las plantas *Rubia fruticosa* y *Plocama pendula* (Rubiaceae) (Valido *et al.*, 2003); en Fuerteventura y Lanzarote, *G. atlantica* dispersa una gran cantidad de semillas de *R. fruticosa* causando poco daño en éstas y aumentando su viabilidad sin afectar su patrón de germinación (Nogales *et al.*, 2005); y en Alegranza, *G. atlantica* también consume frutos de *Lycium intricatum* (Solanaceae) (Nogales *et al.*, 1998).

En las Islas Baleares, en Cabrera, Mallorca y Menorca, *Podarcis lilfordi* y *P. pituyensis* (Lacertidae) consumen frutos de la planta

endémica *Cneorum tricoccon* (Cneoraceae). Estos frutos son transportados a una distancia determinada de la planta, y al ser encontradas en las heces fecales del lagarto de *C. tricoccon* son viables después de su paso por el tracto digestivo (Sáez y Traveset, 1995; Rodríguez-Pérez *et al.*, 2005). Igualmente, *P. pituyensis* en Mallorca y Menorca, también consume frutos de *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius* y *Solanum nigrum*, acelerando significativamente su germinación bajo condiciones naturales, después de su paso por el tracto digestivo (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2005).

P. lilfordi también es el principal dispersor de la planta endémica de las Islas Baleares *Daphne rodriguezii* (Traveset, 2002) y también participa en procesos de dispersión de semillas de *Phillyrea media* var. *rodriguezii* (Oleaceae), endémica de la isla Rei (Pérez-Mellado *et al.*, 2005). En la isla Na Redona (Parque Nacional Cabrera) *P. lilfordi* consume frutos de *Withania frutescens* (Solanaceae), contribuyendo a la dispersión de sus semillas al modificar la cubierta de las semillas de tal manera que se facilita su germinación y al ser altamente viables después de su ingestión, por lo que *P. lilfordi* se considera como un dispersor de esta planta (Castilla, 1999).

En la cuenca continental mediterránea de España Guadix-Baza, el lagarto *Lacerta lepida* consume frutos en diferentes cantidades durante el año, principalmente de *Capparis spinosa* y, en menor proporción, de *Ephedra distachya*. Este lagarto se considera como un dispersor importante de ambas especies, ya que sus semillas se encontraron sin daños y viables en las heces (Hódar *et al.*, 1996).

En el continente americano, semillas de *Acacia farnesiana* (Leguminosae) son extraídas de las heces fecales de *Ctenosaura similis* (Iguanidae) en un bosque deciduo al noroccidente de Costa Rica. Estas semi-

llas germinan pocos días después de ser ubicadas para su germinación, por lo cual este lagarto podría ser relevante en el mantenimiento de la población de *A. farnesiana* (Traveset, 1990).

Tropidurus torquatus (Tropiduridae) en Brasil, es un importante agente dispersor del cactus *Melocactus violaceus* (Cactaceae) del cual consume sus frutos caídos o ya emergidos de esta planta presente en suelos arenosos. Las semillas encontradas en las heces fecales de los lagartos son viables y germinan en laboratorio, en comparación con semillas colectadas directamente de frutos, las cuales son viables pero no germinaban bajo las mismas condiciones (Côrtes *et al.*, 1994).

T. torquatus también consume frutos de *Erythroxylum ovalifolium* (Erythroxylaceae) en dunas costeras de Brasil; sin embargo, Fialho (1990) sugiere que éste puede no ser un dispersor efectivo, pues defeca en zonas abiertas de arena seca con temperaturas muy altas, donde las semillas presentan una viabilidad muy baja y donde además puede presentarse la depredación por parte de insectos.

Tupinambis merianae (Teiidae), en un hábitat boscoso de Brasil, consume frutos de *Solanum hypocarpum* (Solanaceae), *Eugenia uniflora*, *Eugenia* sp. (Myrtaceae) y *Morus nigra* (Moraceae) en mayor proporción; después de su paso por el tracto digestivo, casi todas las semillas se encuentran intactas. Al realizar pruebas de germinación de otras siete especies consumidas por el lagarto, cuatro de éstas, *E. uniflora*, *Genipa americana* (Rubiaceae), *Solanum viarum* (Solanaceae) y *Cereus peruvianus* (Cactaceae), germinan después de ser consumidas, por lo cual *T. merianae* puede ser un potencial dispersor de semillas de algunas de estas especies en ambientes naturales (Castro y Galetti, 2004).

El lagarto andino-patagónico *Phymaturus flagellifer* (Tropiduridae) de Chile posee una dieta mayoritariamente herbívora, consumiendo frutos de las plantas *Berberis empetrifolia* (Berberidaceae), *Rumex acetosella* y *Calandrinia* sp. (Portulacaceae) entre otras. Al parecer el lagarto posee una preferencia en el consumo de *Calandrinia* sp. y *B. empetrifolia*, siendo mayor por la primera, la cual es poco abundante en la zona de estudio. Sin embargo, aún se desconoce el papel de *P. flagellifer* como un legítimo dispersor de estas especies (Celedón-Neghme *et al.*, 2005).

Iguana iguana (Iguanidae), en Apatzingan, México, consume selectivamente frutos de las especies *Cordia alba* (Boraginaceae), *Pithecellobium dulce* (Fabaceae), *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae) y *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), incrementando y acelerando diferencialmente la germinación de las semillas de todas las especies, excepto de *M. charantia*. *Ctenosaura pectinata* (Iguanidae) consume frutos de *Prosopis juliflora* (Fabaceae), y las semillas consumidas por esta iguana presentan menos daños por causa de escarabajos bruchidos (Bruchidae) en comparación con las semillas no ingeridas (Benítez-Malvido *et al.*, 2003).

Al noroccidente de Argentina, en la estación biológica Los Colorados, las heces fecales de *Teius teyou* (Teiidae) contiene semillas de las especies leñosas *Ziziphus mistol* (Rhamnaceae), *Celtis pallida* (Ulmaceae) y *Capparis atamisquea* (Capparaceae), de las cuales las primeras representaron el 97,5%. La mayor presencia de semillas de *Z. mistol* en las heces corresponde a los meses en los que hay mayor disponibilidad de frutos de ésta en el suelo. Al parecer *T. teyou* es un dispersor de semillas, dado que éstos defecaron semillas intactas y viables; este lagarto se distribuye en bordes del bosque o trochas, sitios

que pueden favorecer estas semillas pues se establecen en zonas abiertas (Varela y Bucher, 2002).

El geco *Phelsuma ornata ornata* (Gekkonidae), en la isla Ile aux Aigrettes en Islas Mauricio, visita las flores de las especies endémicas *Lomatophyllum tormenrii* (Aloeaceae) y *Gastonia mauritania* (Araliaceae), transportando el polen de ésta última cerca de 87 m durante 29 horas, por lo que *P. o. ornata* podría mediar el entrecruzamiento en las poblaciones de esta planta. Estos geos consumen néctar en su mayoría y, unos pocos, polen o ambos recursos; en su cuerpo se encuentra el polen de por lo menos 80% de todas las plantas presentes en el ecosistema (Nyhagen *et al.*, 2001).

En España también se han estudiado las interacciones entre los lagartos de los géneros *Gallotia* y *Podarcis* y algunas plantas mediterráneas en relación con otros organismos dispersores o depredadores.

En la Isla Alegranza, del archipiélago de Canarias, Nogales *et al.* (1998) describen el sistema entre el lagarto frugívoro endémico *G. atlantica* (Lacertidae) y uno de sus principales depredadores naturales, el ave *Lanius excubitor*, para demostrar que sus interacciones pueden potencialmente influenciar la dispersión y el establecimiento de semillas de la especie *Lycium intricatum* (Solanaceae). Estas especies coexisten en esta isla, encontrándose semillas de esta planta en excrementos de ambos animales, siendo *G. atlantica* una de las principales presas de vertebrados encontradas en los excrementos del ave. Los autores encontraron que el consumo de frutos de *Lycium* fue insignificante por parte de *Lanius*, ya que la presencia de semillas en sus excrementos estuvo altamente asociada a la presencia del lagarto. Los autores proponen que este estudio refleja un sistema de dispersión indirecta

donde un frugívoro que se alimenta en grandes proporciones de los frutos de una planta, la cual a su vez muestra una alta dependencia de este agente dispersor, es consumido frecuentemente por un depredador especializado, todos nativos, por lo cual pueden estar interactuando por un largo tiempo.

Nogales *et al.* (2005) también compararon la efectividad en la dispersión de semillas de *R. fruticosus* (Rubiaceae), planta endémica de las islas Madeira, Salvajes y Canarias, por parte de *Gallotia atlantica* (Lacertidae) y aves endémicas de las islas Lanzarote y Fuerteventura, con especies de mamíferos recientemente introducidas por humanos en las islas. Ellos encontraron que *G. atlantica* causaban mucho menos daños externos a las semillas que los mamíferos y que éstas eran más viables y germinaban en proporciones mayores, evidenciando las consecuencias negativas de las especies exóticas.

Rodríguez-Pérez *et al.* (2005) buscaron determinar el efecto que tenía el paso de semillas a través del tracto digestivo del lagarto *P. pituyensis* en comparación con el ave *Turdus merula* (Turdidae) de algunas plantas mediterráneas comunes. El estudio se realizó tanto en condiciones naturales como en condiciones controladas, obteniendo resultados contradictorios para cada especie y frugívoro. En campo, *P. pituyensis* acelera significativamente la germinación en *Rubia peregrina* (Rubiaceae) y *Rubus ulmifolius* (Rosaceae), mientras que *T. merula* retrasó la germinación de *Rhamnus ludovicisalvatoris* (Rhamnaceae) y *R. peregrina*. En laboratorio, las semillas de *R. ulmifolius* consumidas tanto por el lagarto como por el ave presentaron un retraso en su germinación, y en contraste con lo observado en campo, las semillas de *R. peregrina* y *Solanum luteum* (Solanaceae) ingeridas por aves germinaron más rápido, pero la ingestión por parte del lagarto no tuvo ningún efecto.

SÍNDROMES

En los estudios de polinización por lagartos, los cuales son pocos en comparación con los estudios de dispersión, no ha sido posible observar un patrón común entre las plantas, por lo cual no se ha definido un síndrome para este proceso. Esto también se puede deber a que no se incluyen las mismas características de las plantas en todos los registros de este proceso. Sin embargo, algunas características como los

colores, que van desde amarillos y rojos hasta azules y violetas, y el néctar abundante, se han registrado en las flores involucradas en la polinización por lagartos (tabla 1).

El fenómeno de saurocoria fue denominado y descrito por van der Pijl (Traveset, 1990), e inicialmente se distinguió por frutos de colores brillantes y olores fétidos que crecen cerca del suelo o que caen en su madurez (Côrtes *et al.*, 1994).

Tabla 1
Características morfológicas que se describen en común en los registros de polinización por lagartos

Especies en la Interacción (lagarto/planta)	Características planta	Características flor	Características néctar	Fuente
<i>Euprepis atlantica</i> / <i>Erythrina velutina</i>	Árbol.	Flores de color amarillo-naranja organizadas en inflorescencias. No se incluye tamaño.	Néctar abundante con 106 µl de néctar por flor (en 55 min.) y diluido (10.5-13%).	Sazima <i>et al.</i> , 2005
<i>Niveoscactus microlepidotus</i> / <i>Richea scoparia</i>	Arbusto.	Flores de color rojo al ser inmaduras y de color café al ser maduras. Organizadas en espigas. No se incluye tamaño.	Néctar abundante (no se especifica volúmen). Posee un alto contenido de carbohidratos.	Olsson <i>et al.</i> , 2000
<i>Podarcis lilfordi</i> / <i>Euphorbia dendroides</i>	Arbusto.	Flores de color amarillo, organizadas en umbela, de 5mm de grandes.	No se incluye volúmen de néctar. Néctar muy concentrado (no se especifica concentración).	Sáez & Traveset, 1995
<i>P. lilfordi</i> / <i>Rosmarinus officinalis</i>	Arbusto.	Flores azuladas, en racimos, de cerca de 8mm de largo.	Néctar muy abundante (no se especifica volúmen). No se incluye concentración de néctar.	Sáez & Traveset, 1995
<i>P. lilfordi</i> / <i>Globularia alpinum</i>	Arbusto.	Flores violetas, en capítulos, pequeñas y de cerca de 15 mm de diámetro.	No se incluye descripción del néctar.	Sáez & Traveset, 1995
<i>Phebuma ornata</i> / <i>Lomatophyllum tormentorii</i>	Roseta.	Flores rojas, en un racimos, de cerca de 2 cm de largo.	El promedio de néctar por flor es 10.5 ± 7.8. La concentración promedio de azúcar es de 21 ± 6.2%.	Nyhagen <i>et al.</i> , 2001
<i>Phebuma ornata</i> / <i>Gastonia martiniana</i>	Árbol.	Flores de color amarillo verdoso, en umbela. No se incluye tamaño.	No se incluye volúmen de néctar. Concentración promedio de azúcar de 38%.	Nyhagen <i>et al.</i> , 2001

Whitaker (1987) describe algunas características para aquellas plantas en Nueva Zelanda que son potencialmente dispersadas por lagartos. Los frutos en general son carnosos y dulces, pequeños (< 5 mm de diámetro), más o menos inodoros, generalmente blancos o traslucidos (azul pálido, rosado pálido, naranja o casi negro) y poco conspicuos. Los frutos se encuentran al interior de plantas que consisten en una maraña densa de ramas pequeñas intercaladas y enredadas, las cuales se ramifican en ángulos amplios, sitio al cual un ave no podría tener acceso para obtener los frutos (Whitaker, 1987; Wotton, 2002).

Côrtes *et al.* (1994), sugieren que posiblemente el lagarto *Tropidurus torquatus* en Brasil percibe los frutos de *Melocactus violaceus* por su coloración rosada brillante la cual es exhibida por esta planta de porte pequeño en sitios abiertos. Los frutos poseen un diámetro similar al de la boca del lagarto, además la disposición de éstos en la base de la planta puede facilitar la llegada de los lagartos. Como síndrome para este sistema proponen a una planta de tamaño pequeño, con frutos de color rosado brillante los cuales maduran al interior del cactus y sólo son liberados en su madurez.

En los diferentes reportes de dispersión por anuros y lagartos tampoco se aclaran las mismas características asociadas a las plantas y frutos; sin embargo, se puede distinguir que los lagartos en la mayoría de reportes consumen frutos carnosos de colores rojizos (tabla 2).

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Para determinar la efectividad de las interacciones planta-animal generadas en los procesos de polinización y dispersión de semillas, es importante revisar diferentes aspectos. Inicialmente, se ha propuesto rea-

lizar el estudio de los componentes cualitativos y cuantitativos de estos procesos.

En las interacciones entre polinizadores y plantas, desde la perspectiva del polinizador, la cantidad se refiere a la abundancia del polinizador, la frecuencia de visitas por parte del polinizador, y la tasa de visita a las flores, mientras que la cualidad se relaciona con la forma en la cual el dispersor se alimenta de la planta, la repartición del polen a los estigmas y la selección del estado sexual por parte del polinizador (Godínez-Álvarez, 2004). En las interacciones de dispersión, desde la perspectiva del dispersor, la cantidad es una función de la abundancia de un dispersor, su frecuencia de visitas, el número de semillas dispersadas por visita y el porcentaje y tasa de germinación de semillas. La cualidad se refiere al estado de las semillas después de su paso a través del tracto digestivo así como al sitio de deposición en el cual las semillas fueron liberadas (Godínez-Álvarez, 2004).

Whitaker (1987) propone que un animal polinizador efectivo debe ser un visitante frecuente y regular de las flores de una especie en particular, estar en capacidad de colectar y cargar polen el tiempo suficiente para poder distribuirlo a otra flor en el estado de madurez apropiado, ya sea dentro de la misma planta o a otra de la misma especie, y debe estar en capacidad de depositar el polen en el estigma. Un dispersor efectivo debe transportar interna o externamente las semillas más allá de la planta parental, depositarlas cuando las semillas aún sean viables y en sitios donde tengan buenas posibilidades de supervivencia.

Por otro lado, en los estudios de estas interacciones es importante considerar que los resultados pueden variar en experimentos realizados bajo condiciones naturales y condiciones controladas, por lo cual es importante ser cuidadoso al hacer generalizaciones

Tabla 2. Características morfológicas que se describen en común en los registros de polinización por anuros y lagartos.

Especies en la Interacción (Herpetofauna /planta)	Características planta	Características frutos	Fuente
<i>Gallotia atlantica</i> / <i>Lycium intricatum</i>	Arbusto de más de 2m.	Frutos rojos, de longitud promedio 7.75 ± 0.82 mm, diámetro 5.17 ± 1.76 mm.	Nogales <i>et al.</i> , 1998
<i>Gallotia atlantica</i> / <i>Rabia fruticososa</i>	Arbusto de una altura máxima de 54 cm.	Frutos carnosos, traslucientes. Longitud promedio de 7-5 mm, diámetro de 5-6 cm. 1-4 semillas por fruto.	Nogales <i>et al.</i> , 2005
<i>Phymaturus flagellifer</i> / <i>Rumex acetosella</i>	Maleza. No se incluye tamaño.	El fruto es una nuez de aproximadamente 1.3-1.5 mm de largo.	Celedón-Neghme <i>et al.</i> , 2005
<i>Phymaturus flagellifer</i> / <i>Colandrina sp.</i>	No se incluyen características.	Fruto no carnoso, tipo cápsula, de 6-9 mm de largo con muchas semillas.	Celedón-Neghme <i>et al.</i> , 2005
<i>Phymaturus flagellifer</i> / <i>Berberis empetrifolia</i>	Arbusto de máximo 50 cm de altura.	Fruto de color morado oscuro, carnosos. No se incluyen medidas. Entre 3-7 semillas por fruto.	Celedón-Neghme <i>et al.</i> , 2005
<i>Podarcis lilfordi</i> / <i>Phillyrea weddii</i>	No se incluyen características.	Fruto carnoso. No se incluye color. Posee dos semillas aproximadamente. No se incluyen medidas del fruto.	Pérez-Mellado <i>et al.</i> , 2005
<i>Podarcis lilfordi</i> / <i>Cocorun tricoccon</i>	Arbusto de cerca de 1m de altura.	Frutos de color rojo, carnoso. No se incluyen medidas o número de semillas por fruto.	Sáez & Traveset, 1995
<i>Tetis teyou</i> / <i>Ziziphus mistol</i>	Árbol de tamaño mediano.	Fruto carnoso de color café - rojizo, de cerca de 1.3 cm de diámetro, con 1-4 semillas.	Varela & Bucher, 2002
<i>Tropidurus torquatus</i> / <i>Melocactus violaceus</i>	Cactus pequeño de 7 cm de altura.	Frutos de color rosado brillante. No se incluyen medidas o número de semillas por fruto.	Côrtes <i>et al.</i> , 1994
<i>Xenohyla truncata</i> / <i>A. harrisi</i>	No se incluyen características.	Frutos amarillos, la pulpa es apenas perceptible de la semilla. Pequeños con forma de quisante.	Silva & Britto-Pereira, 2006
<i>X. truncata</i> / <i>Erythroxylum ovalifolium</i>	No se incluyen características.	Frutos de color rojo. No se incluyen medidas o número de semillas por fruto.	Silva & Britto-Pereira, 2006
<i>X. truncata</i> / <i>Maytenusobtusifolia</i>	No se incluyen características.	Frutos de color rojo. No se incluyen medidas o número de semillas por fruto.	Silva & Britto-Pereira, 2006

acerca de estudios que busquen evaluar las influencias de los frugívoros sobre condiciones experimentales (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2005). También es importante tener en cuenta que las especies, al poseer rasgos particulares, responden de manera diferencial a un mismo proceso (Benítez-Malvido, 2003; Rodríguez-Pérez *et al.*, 2005), lo cual dificulta predecir las consecuencias para una especie particular, en un ambiente particular, tanto en campo como en el laboratorio.

En países como Colombia en los cuales no se han publicado registros de posibles mutualismos entre la herpetofauna y las plantas, es importante identificar las principales dificultades que se presentan en la búsqueda de estas interacciones, como una aproximación inicial al estudio de estos mutualismos. En este trabajo, identificamos tres aspectos que deben considerarse en la búsqueda de los mutualismos planta-herpetofauna: a. los tipos de ecosistemas; b. la temporalidad de los estudios; c. el método de muestreo empleado.

Ecosistemas

Los estudios de polinización y dispersión por parte de la herpetofauna se han realizado en el continente africano, americano, europeo y en Oceanía (figura 1) de los cuales, la mayor parte, se han desarrollado en España, seguido de Brasil (figura 3).

En los estudios en los cuales se describe el hábitat, la mayoría corresponde a ecosistemas costeros o insulares, áridos, de vegetación subxerofítica o xerofítica, compuesta principalmente de arbustos (Traveset, 1990; Hódar *et al.*, 1996; Nogales *et al.*, 1998; Varela y Bucher, 2002; Valido *et al.*, 2003; Nogales *et al.*, 2005), o formaciones rocosas intercaladas por vegetación (Olsson *et al.*, 2000; Wotton, 2002; Sazima *et al.*, 2005). En Brasil, se describen los ecosistemas denominados “restringa”, los cuales presentan formaciones de dunas de arena adyacentes al océano, dominados por cactus, bromelias y plantas de herbáceas y arbustivas (Silva *et al.*, 1989; Fialho, 1990; Côrtes *et al.*, 1994; Silva y Britto-Pereira,

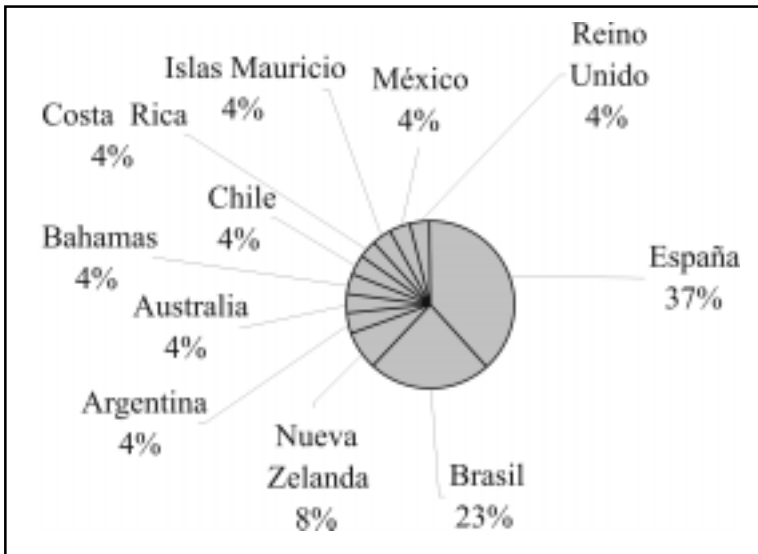


Figura 3. Porcentaje de estudios de los procesos de polinización y dispersión de semillas en los que participan anuros y lagartos por países de un total de 25 estudios revisados.

2006). También se han registrado interacciones en otro tipo de ecosistemas, como la precordillera andina en Chile (Celedón-Neghme *et al.*, 2005), bosques deciduos (Traveset, 1990) y bosques con vegetación de porte arbóreo (Castro y Galetti, 2004).

En comparación con el continente, la mayor parte de los estudios realizados acerca de los mutualismos entre lagartos y planta se han realizado en islas (Traveset, 1999; Godínez-Álvarez 2004) (figura 4). Cerca de 37 lagartos de siete familias visitan y polinizan flores, de los cuales 35 son insulares (islas o archipiélagos) y dos continentales (Baja California y Florida), y aproximadamente 202 especies de lagartos en 19 familias han sido reportadas como consumidoras de frutos, de las cuales el 68% proviene de islas (Olensen y Valido, 2003).

Se ha propuesto que estos mutualismos pueden presentarse principalmente en las islas (e.g. Iverson, 1985; Olensen y Valido, 2003; Pérez-Mellado y Casas, 1997). Olensen y Valido (2003) proponen que este fenómeno puede generarse en ecosistemas insulares debido a las altas densidades de los lagartos en las islas y el mayor consu-

mo de material vegetal ya sea por un excedente de comida floral y frutos para lagartos, o por la escasez de artrópodos como comida, lo cual genera que éstos incluyan en su dieta frutos y néctar (Olensen y Valido, 2003). Este fenómeno también se puede favorecer por el hecho que otros visitantes de flores y consumidores de frutos como insectos, aves y mamíferos presentan densidades menores en islas en comparación con áreas similares en el continente (Iverson 1985; Olensen y Valido, 2003).

Para esta afirmación, Olensen y Valido (2003) se basan en que las visitas de lagartos a las flores han sido muestreadas intensivamente en islas y en continentes (aunque no de manera sistemática), y por lo tanto, no existen sesgos importantes en el muestreo (Olensen y Valido, 2003). Sin embargo, los autores también proponen continuar con un muestreo sistemático tanto para las islas como el continente para confirmar esta hipótesis. Por su parte, Godínez-Álvarez (2004) afirma que se requieren más estudios de dieta en los lagartos continentales para determinar si estas diferencias realmente existen o sólo son

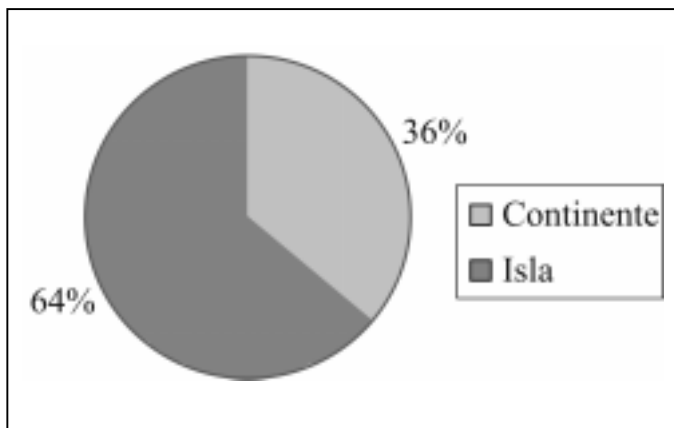


Figura 4. Porcentaje de estudios de los procesos de polinización y dispersión de semillas en los que participan anuros y lagartos realizados en islas y en continentes de un total de 25 estudios revisados.

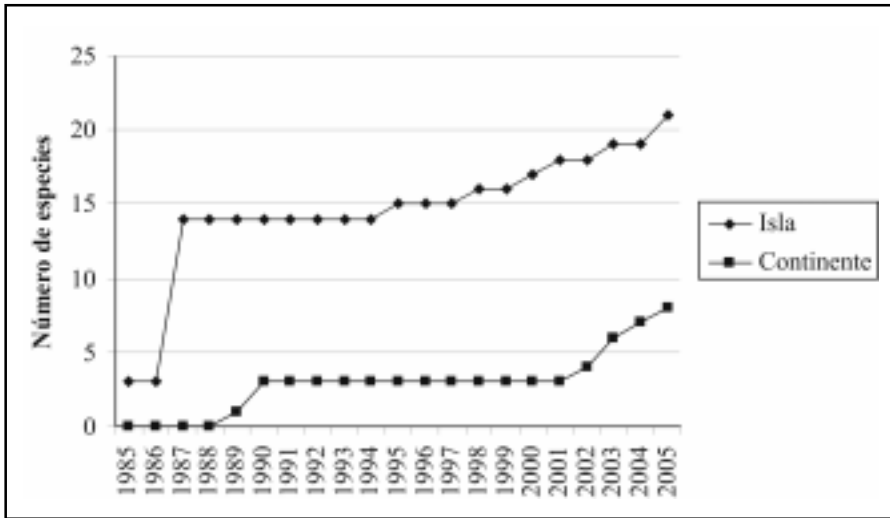


Figura 5. Número de registros nuevos por año, de especies de anuros y lagartos asociados los procesos de polinización y dispersión de semillas tanto en islas como en continente de un total de 25 estudios revisados.

reflexiones que surgen de la insuficiencia en la información.

Nosotros consideramos que en el estudio de las interacciones tanto de anuros como lagartos con las plantas sí existen sesgos en el muestreo, posiblemente a causa de que las búsquedas de nuevos reportes se realizan en islas donde éstos han sido mayores. Además, en la medida que se han incrementado los estudios de las interacciones con los años, también se han incrementado los registros nuevos para especies que participan en alguno de estos procesos en el continente con el tiempo (figura 5). Por lo tanto, en la medida en que se incremente la búsqueda de estas interacciones en el continente, posiblemente se podrá obtener una cantidad similar de interacciones en éstos. La participación de los anuros en estas interacciones como un fenómeno no se ha descrito en la literatura pues el estudio de la herbivoría y de los mutualismos en este grupo es incipiente, por lo tanto, resulta muy difícil realizar alguna afirmación.

Por otro lado, dado que se ha demostrado que la herbivoría ha evolucionado tanto en ambientes de baja altitud y mayor temperatura como en ambientes de mayores altitudes y menor temperatura (Espinoza *et al.*, 2004; Vitt, 2004), estas interacciones podrían generarse en diferentes ecosistemas insulares o continentales.

También consideramos importante resaltar que hasta el momento no hemos tenido acceso a ninguna recopilación o publicación en la cual se nombren los estudios en los continentes en los cuales la búsqueda de interacciones lagarto-planta o anuro-planta haya resultado negativa.

Temporalidad en los procesos ecológicos

En los estudios de las interacciones, la escala temporal a la cual se realizan representa un factor muy importante para poder detectarlas en ambientes naturales. Se ha observado que los lagartos consumen flo-

res y frutos tan sólo durante los meses del año en los cuales las plantas los producen, por lo tanto, se ha propuesto que los estudios de dieta se deben realizar a escalas anuales para poder abarcar la estacionalidad de las especies vegetales y así no subestimar el aporte real del material vegetal a la dieta de los lagartos o la diversidad de las especies consumidas por parte de estos (Whitaker, 1987; Sáez y Traveset, 1995; Olsson *et al.*, 2000; Valido *et al.*, 2003).

La baja disponibilidad de artrópodos como recurso también incide sobre los cambios de dieta anuales en los lagartos. Hódar *et al.* (1996) encontraron que el lagarto *L. lepida* presenta un cambio hacia la frugivoría con el consumo de frutos de *C. spinosa* y *E. distachya* en periodos donde la disponibilidad de artrópodos es baja por la sequía y los cambios a una actividad nocturna, durante la mitad y finales del verano.

En anuros también se ha calculado esta variabilidad estacional en el consumo de frutos en relación con su disponibilidad. En *X. truncata* el consumo de frutos es mayor cuando se presenta mayor disponibilidad de éstos; también la frecuencia de consumo de frutos es diferente por especie de planta, pues depende de la fenología de cada una (Silva y Britto-Pereira, 2006). Sin embargo, no se presenta una correlación entre la cantidad de artrópodos y las plantas en los estómagos de la rana *X. truncata*, por lo cual, Silva y Britto-Pereira (2006) interpretan que la asociación entre ranas y plantas es oportunista, es decir, que no implica preferencia o escogencia, y que las ranas utilizan los frutos como un complemento de su dieta.

Por otro lado, en el estudio de las interacciones es importante tener en cuenta, además de las escalas anuales, los patrones fenológicos (apertura de las flores, extrusión de frutos, producción de néctar) de las

plantas y los picos de actividad diarios de las especies involucradas en la interacción (Whitaker 1987). Côrtes *et al.* (1994) encontraron una correlación directa entre la tasa de emergencia de frutos de *M. violaceus* y el número de lagartos activos de *T. torquatus*, al igual que en la tasa de remoción de frutos en relación con la emergencia y extrusión de los mismos. La extrusión de los frutos sólo se da en el momento de su madurez, momento en el cual son consumidos, contribuyendo a evitar la disecación y el daño de los frutos por parte de insectos.

Olsson *et al.* (2000) describen que la actividad de los lagartos *N. microlepidotus* e insectos concuerda con condiciones favorables para la polinización de *R. scoparia*, lo cual genera un sistema reproductivo que depende de una correlación de los tiempos de actividad de los lagartos e insectos (Olsson *et al.*, 2000).

Muestreo comportamental

Además de la búsqueda de evidencias que permitan proponer la participación potencial de la herpetofauna en los procesos de polinización y dispersión de semillas, la observación de los individuos durante su alimentación en las plantas representa un componente muy importante para la descripción cualitativa y cuantitativa del proceso de forrajeo.

Diferentes autores han incluido en su metodología, para la búsqueda y el estudio de estos mutualismos, el muestreo comportamental focal (muestreo focal o muestreo de animal focal; e.g. Nyhagen *et al.*, 2001; Sazima *et al.*, 2005), en el cual se observa a uno o más individuos durante una cantidad determinada de tiempo, recogiendo las ocasiones en que se muestre una conducta o varias a la vez (Martin y Bateson, 1986). Este muestreo en muchos casos permite una primera aproximación a las interacciones,

mientras que en otros contribuye a la descripción del sistema generado de las interacciones; también contribuye a determinar la efectividad de la herpetofauna como polinizadores y dispersores (e.g. sitios en los que se defecan las semillas).

Por otro lado, la observación puede ser un componente más importante para identificar procesos indirectos en los cuales el beneficio generado hacia las plantas no puede ser cuantificado directamente. En el estudio de Olsson *et al.* (2000) para determinar la contribución de *N. microlepidotus* en los procesos de polinización de *R. scoparia* por parte de insectos polinizadores, inicialmente se realizó la observación del forrajeo intensivo del néctar mediante el retiro de caliptra de las flores; sin embargo, durante este proceso, el lagarto no mantenía contacto con partes reproductivas de la flor pues no presentó polen en su cuerpo. En este estudio sólo fue posible caracterizar este sistema de polinización mediante la combinación de la observación directa del forrajeo llevado a cabo por los lagartos con la búsqueda de evidencias y diseños experimentales.

CAMBIOS EN EL PAISAJE E INTERACCIONES

Las interacciones entre lagartos y plantas pueden ser excelentes sistemas para el estudio de los mutualismos y coevoluciones potenciales entre plantas y animales, pero además, sus estudios también son importantes para llevar a cabo esfuerzos de conservación de estos organismos y sus relaciones mutualistas (Olensen y Valido, 2003).

La ruptura de los mutualismos planta-animal, generalmente causada por la alteración del hábitat, el envenenamiento por pesticidas, la invasión de animales y plantas exóticas, y/o la fragmentación del hábitat,

puede traducirse en la reducción del éxito reproductor de la planta, e incluso conducir a la extinción de las poblaciones, principalmente en los ecosistemas insulares o en los fragmentos de bosque que actúan como islas. La desaparición de interacciones que han evolucionado durante millones de años puede conducir a la reducción dramática de las densidades de uno de los participantes de la interacción, normalmente del más dependiente. En esta ruptura de la relación planta-animal las poblaciones de plantas usualmente son las que sufren cambios más drásticos pues tienden a ser más dependientes de los animales (Traveset, 1999; Traveset, 2002).

Aunque es difícil predecir el efecto de la pérdida de los animales mutualistas de una especie de planta en particular, es posible argumentar que las plantas especialistas que dependen de unas pocas especies de polinizadores o dispersores serán más vulnerables que las generalistas. Sin embargo, según cual sea la causa de la alteración del hábitat, el conjunto entero de mutualistas puede desaparecer o sus poblaciones verse afectadas y, en ese caso, las plantas generalistas podrían sufrir consecuencias similares a las especialistas (Traveset, 1999). Por lo tanto, para predecir el futuro de una especie vegetal desprovista de sus animales mutualistas, es necesario conocer la historia natural de la especie, el grado de dependencia a cada una de los animales con las cuales interactúa y las consecuencias demográficas y genéticas que conllevaría la desaparición de éstos para la planta (Traveset, 2002).

Por otro lado, los mutualismos planta-animal no se dan en las mismas proporciones en todos los ecosistemas por lo que el riesgo de extinción por causa de una ruptura de un mutualismo puede ser mayor en aquellas regiones donde éstos son frecuentes (Traveset, 1999).

Traveset (2002) documenta dos casos en los cuales se demuestran las consecuencias de la ruptura de los mutualismos planta-dispersor para las poblaciones de plantas en las Islas Baleares, sistemas vulnerables (al ser islas o grupos de islas) por causa de la introducción de especies exóticas: en el primer caso, se refiere al lagarto *Podarcis pituyensis* que consume frutos de *Cneorum tricocon*, especie restringida al Mediterráneo occidental en Mallorca y Menorca, donde se ha presentado la extinción de este lagarto debido a la introducción masiva de martas (*Martes martes*) y ginetas (*Genetta genetta*), mamíferos carnívoros que actualmente son los únicos dispersores de esta planta. Una especie invasora puede tener un efecto directo sobre las especies nativas pero también puede afectarlas indirectamente al alterar las interacciones entre las especies que en ocasiones son muy específicas (Traveset y Riera, 2005). En Mallorca, la distribución altitudinal de *C. tricocon* se ha ampliado a una mayor altitud de la que se encontraba en el pasado ya que los carnívoros introducidos son dispersores efectivos de la planta. En Menorca, *C. tricocon* está prácticamente extinta ya que las martas consumen los frutos en una proporción muy baja y actualmente es el único carnívoro que los consume en la isla (Traveset, 2002).

El segundo caso se refiere a la planta endémica *Daphne rodriguezii* la cual se reproduce exclusivamente por semillas que son dispersadas principalmente por los lagartos endémicos *Podarcis lilfordi*. La extinción de estos lagartos en la isla Menorca ha traído como consecuencia que algunas de las poblaciones de la planta estén al borde de la extinción. Esta situación ha sido comprobada al observar que en el islote Colom donde aún sobrevive el lagarto y es abundante, se encuentra la mayor abundancia y densidad de *D. rodriguezii* (Traveset, 2002).

EL ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES EN COLOMBIA

En Colombia, algunas poblaciones locales de anfibios y reptiles también están disminuyendo (Castaño, 2002; Rueda-Almonacid *et al.*, 2004). Al conocer la participación de la herpetofauna en procesos ecológicos como la polinización y la dispersión de semillas, se genera la necesidad de iniciar la búsqueda de éstos, no sólo para incrementar el conocimiento de la ecología de estas especies que se pueden estar diezmado, sino también para contribuir a la caracterización de las interacciones presentes en los ecosistemas.

Es difícil iniciar un acercamiento preliminar a los procesos de polinización y dispersión de semillas entre la herpetofauna y las plantas mediante las características morfológicas de ambos grupos, debido a que no existe claridad en los síndromes descritos para estas interacciones. Sin embargo, se poseen los registros de las especies de anfibios y reptiles, y las plantas asociadas a estas interacciones en otros países, encontrándose algunas de estas familias, géneros o especies en nuestro país.

De los taxones reportados, la familia de anuros Hylidae, así como las familias de lagartos Scincidae, Gekkonidae, Teiidae e Iguanidae, están ampliamente representadas en Colombia. Algunos géneros reportados también presentan amplia distribución en Colombia como *Tupinambis* (Teiidae) e *Iguana* (Iguanidae), y otros una distribución más restringida como *Ctenosaura* y *Tropidurus* (Iguanidae). La mayor parte de las especies registradas en estas interacciones no se presentan en Colombia, a excepción de *Tropidurus torquatus* y *Ctenosaura similis* (Iguanidae) de distribución restringida, e *Iguana iguana* (Iguanidae) de amplia distribución. Por lo tanto, la búsqueda de estas interacciones en las especies colombianas puede representar una forma de contribuir al registro de éstas (tabla 3). En cuanto a las

Tabla 3

Familias, géneros y especies de anuros y lagartos asociadas a procesos de polinización y dispersión de semillas que se presentan en Colombia. La ubicación geográfica en Colombia para los lagartos fue obtenida de Sánchez-C. *et al.* (1995) y Frost (en línea)

Interacción potencial	País del registro	Categoría taxonómica herpetofauna	Taxón	Colombia	Fuente
Polinización	Australia	Familia	Scincidae	SI (Región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	Glossner <i>et al.</i> , 2000
		Género	<i>Nivoscincus</i>	NO	
Polinización	Brasil	Familia	Scincidae	SI	Santamar <i>et al.</i> , 2005
		Género	<i>Euprepis</i>	NO	
Polinización	España	Familia	Lacertidae	NO	Sáez & Travasset, 1995; Pérez-Mellado <i>et al.</i> , 2000; Pérez-Mellado & Casas, 1997
Polinización	Mauritias	Familia	Gekkonidae	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	Nyhagen <i>et al.</i> 2001
		Género	<i>Phelsuma</i>	NO	
Polinización	Nueva Zelanda	Familia	Gekkonidae	SI	Whitaker 1987
		Género	<i>Hoplodactylus</i>	NO	
Dispersión	Australia	Familia	Tetridae	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	Varola & Bucher, 2002
		Género	<i>Tetr</i>	NO	
Dispersión	Bahamas	Familia	Iguanidae	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	Iverson 1985
		Género	<i>Cyclura</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Hylidae	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	Fialho 1990; Silva <i>et al.</i> 1989; Silva & Brito Pereira, 2006
		Género	<i>Arenohyla</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Tropiduridae (Aguanidae)	SI	Fialho 1990; Córdas <i>et al.</i> , 1994
		Género	<i>Tropidurus</i>	SI (Departamentos Vichada y Guaviare)	
		Especie	<i>T. torquatus</i>	SI (Vichada)	
Dispersión	Brasil	Familia	Tetridae	SI	Castroff-Galetti, 2004
		Género	<i>Zaptychocheilus</i>	SI (región Caribe, Amazonia, Orinoquia)	
		Especie	<i>T. merianae</i>	NO	
Dispersión	Chile	Familia	Tropiduridae	SI	Caldón-Neghme <i>et al.</i> , 2005
		Género	<i>Ptychocheilus</i>	NO	
Dispersión	Costa Rica	Familia	Iguanidae	SI	Travasset 1990
		Género	<i>Cnemidophorus</i>	SI (Islas San Andrés y Providencia)	
		Especie	<i>C. sordidus</i>	SI (Islas San Andrés y Providencia)	
Dispersión	España	Familia	Lacertidae	NO	Castilla 1996; Hodar <i>et al.</i> , 1996; Nogales <i>et al.</i> , 1998; Nogales <i>et al.</i> , 2005; Pérez-Mellado <i>et al.</i> , 2005; Rodríguez-Pérez <i>et al.</i> , 2005; Valdear <i>et al.</i> , 2003.
		Familia	Iguanidae	SI	
Dispersión	México	Género	<i>Cnemidophorus</i>	SI	Benítez-Maldonado <i>et al.</i> 2003
		Especie	<i>C. pectinata</i>	NO	
Dispersión	México	Familia	Iguanidae	SI	Benítez-Maldonado <i>et al.</i> 2003
		Género	<i>Igana</i>	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	
		Especie	<i>I. igana</i>	SI (región Caribe, Pacífica, Andina, Amazonia y Orinoquia)	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Gekkonidae	SI	Whitaker 1987; Wotton 2002
		Género	<i>Hoplodactylus</i>	NO	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Scincidae	SI	Whitaker 1987
		Género	<i>Cyclodina</i>	NO	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Scincidae	SI	Whitaker 1987
		Género	<i>Leiolopion</i>	NO	
Dispersión	Islas Turks y Caicos	Familia	Iguanidae	SI	Iverson 1985
		Género	<i>Cyclura</i>	NO	

Tabla 4
Familias, géneros y especies de plantas asociadas a procesos de polinización y dispersión de semillas por anuros y lagartos que se presentan en Colombia, de acuerdo con The New York Botanical Garden, Missouri Botanical Garden y el Catálogo en línea del Herbario de la Universidad Nacional de Colombia (Smith et al., 2004).

Interacción potencial	País del reporte	Categoría taxonómica plantas	Taxón	Colombia	Fuente
Polinización	Brasil	Familia	Fibaceae	SI	Suzano et al., 2003
		Género	<i>Erythrina</i>	SI	
		Especie	<i>E. velutina</i>	SI	
Polinización	España	Familia	Euphorbiaceae	SI	Sáez & Traveset, 1993
		Género	<i>Euphorbia</i>	SI	
		Especie	<i>E. dendroidea</i>	?	
Polinización	España	Familia	Anacardiaceae	SI	Pérez-Mellado et al. 2000
		Género	<i>Pinnacis</i>	?	
Polinización	España	Familia	Umbelliferae	SI	Pérez-Mellado & Casas 1997; Pérez-Mellado et al. 2000
		Género	<i>Crotonus</i>	?	
Polinización	España	Familia	Liliaceae	SI	Pérez-Mellado et al., 2000
		Género	<i>Ailium</i>	SI	
		Especie	<i>A. ampeloprasum</i>	?	
Polinización	España	Familia	Asteraceae	SI	Pérez-Mellado et al., 2000
		Género	<i>Carlina</i>	?	
Polinización	España	Familia	Amaryllidaceae	SI	Pérez-Mellado et al., 2000
		Género	<i>Parvularia</i>	?	
Polinización	Islas Marianas	Familia	Araliaceae	SI	Nyhagen et al., 2000
		Género	<i>Gastonia</i>	NO	
Polinización	Nueva Zelanda	Familia	Agrostaceae	SI	Whittaker 1987
		Género	<i>Phormium</i>	?	
Polinización	Nueva Zelanda	Familia	Myrtaceae	SI	Whittaker 1987
		Género	<i>Metrosideros</i>	?	
Dispersión	Argentina	Familia	Rhamnaceae	SI	Viana & Bacher, 2002
		Género	<i>Zizyphus</i>	SI	
		Especie	<i>Z. mistol</i>	NO	
Dispersión	Bahamas	Familia	Polygonaceae	SI	Jensen 1983
		Género	<i>Coccoloba</i>	SI	
		Especie	<i>C. anglica</i>	NO	
Dispersión	Bahamas	Familia	Rubiaceae	SI	Jensen 1983
		Género	<i>Guarea</i>	?	
Dispersión	Brasil	Familia	Anacae	SI	Silva et al., 1999; Silva & Brito-Pavesi, 2006
		Género	<i>Anturium</i>	SI	
		Especie	<i>A. barbat</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Celastraceae	SI	Silva & Brito-Pavesi, 2006
		Género	<i>Martiana</i>	SI	
		Especie	<i>M. obovata</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Erythroycladaceae	SI	Fialho 1998; Silva et al., 1999; Silva & Brito-Pavesi, 2006
		Género	<i>Erythroycladus</i>	SI	
		Especie	<i>E. ovalifolium</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Cactaceae	SI	Clites et al., 1994
		Género	<i>Melocactus</i>	SI	
		Especie	<i>M. violaceus</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Cactaceae	SI	Castro & Galeti, 2001
		Género	<i>Cereus</i>	NO	
Dispersión	Brasil	Familia	Myrtaceae	SI	Castro & Galeti, 2001
		Género	<i>Eugenia</i>	SI	
		Especie	<i>E. anglica</i>	SI	
Dispersión	Brasil	Familia	Rubiaceae	SI	Castro & Galeti, 2001
		Género	<i>Geopha</i>	SI	
Dispersión	Brasil	Familia	Solanaceae	SI	Castro & Galeti, 2001
		Género	<i>Solanum</i>	SI	
		Especie	<i>S. vitaceum</i>	NO	

Dispersión	Chile	Familia	Berberidaceae	SI	Ceballos-Nejome et al., 2005
		Género	<i>Berberis</i>	SI	
		Especie	<i>B. asperifolia</i>	?	
Dispersión	Chile	Familia	Polygonaceae	SI	
		Género	<i>Rumex</i>	SI	
		Especie	<i>R. acetosella</i>	SI	
Dispersión	Costa Rica	Familia	Laguridaceae	SI	Trevett 1998
		Género	<i>Acacia</i>	SI	
		Especie	<i>A. farnesiana</i>	SI	
Dispersión	España	Familia	Cistaceae	NO	Sáiz & Trevett, 1995; Trevett 2002
Dispersión	España	Familia	Boraginaceae	SI	Rodríguez-Pérez et al., 2005
		Género	<i>Rubia</i>	SI	
		Especie	<i>R. andrifolius</i>	NO	
Dispersión	España	Familia	Rubiaceae	SI	Valido et al., 2003; Nages et al., 2005
		Género	<i>Rubia</i>	?	
Dispersión	España	Familia	Rubiaceae	SI	Rodríguez-Pérez et al., 2005
Dispersión	España	Familia	Rubiaceae	SI	Valido et al., 2003
		Género	<i>Placome</i>	?	
Dispersión	España	Familia	Oleaceae	SI	Pérez-Maldonado et al., 2005
		Género	<i>Phillyrea</i>	?	
Dispersión	España	Familia	Solanaceae	SI	Nages et al., 1995
		Género	<i>Lycium</i>	SI	
		Especie	<i>L. intricatum</i>	?	
Dispersión	España	Familia	Solanaceae	SI	Castilla 1999
		Género	<i>Nicotiana</i>	?	
Dispersión	México	Familia	Boraginaceae	SI	Bentley -Malvido et al., 2003
		Género	<i>Cochlospermum</i>	SI	
		Especie	<i>C. olbia</i>	?	
Dispersión	México	Familia	Fabaceae	SI	
		Género	<i>Pithecolobium</i>	SI	
Dispersión	México	Especie	<i>P. dulce</i>	SI	
		Familia	Solanaceae	SI	
Dispersión	México	Género	<i>Leptocarpum</i>	SI	
		Especie	<i>L. occidentale</i>	SI	
Dispersión	México	Familia	Cucurbitaceae	SI	
		Género	<i>Momordica</i>	?	
Dispersión	México	Familia	Fabaceae	SI	Bentley -Malvido et al., 2003
		Género	<i>Pereskia</i>	SI	
		Especie	<i>P. juliflora</i>	SI	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Rubiaceae	SI	Whitaker 1987
		Género	<i>Coprosma</i>	?	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Piperaceae	SI	
		Género	<i>Miconia</i>	?	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Violaceae	SI	
		Género	<i>Hemerocallis</i>	NO	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Ericaceae	SI	
		Género	<i>Gaultheria</i>	SI	
		Especie	<i>G. alpina</i>	?	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Polygonaceae	SI	
		Género	<i>Muehlenbergia</i>	SI	
Dispersión	Nueva Zelanda	Familia	Rubiaceae	SI	Wilton 2002
		Género	<i>Coprosma</i>	NO	
Dispersión	Islas Tarku y Caicos	Familia	Polygonaceae	SI	Iverson 1983
		Género	<i>Coccoloba</i>	SI	
Dispersión	Islas Tarku y Caicos	Familia	Rubiaceae	SI	
		Género	<i>Cassia</i>	?	

?. La información de estas especies no se encontró disponible en las bases de datos utilizadas.

familias de plantas registradas en estos procesos, la mayor parte se encuentran en Colombia, al igual que la mayor parte de los géneros y muchas de las especies. Sin embargo, en las bases de datos y libros consultados para obtener registros de la distribución actual de las especies no fue posible obtener información sobre algunas de éstas (tabla 4). Por lo tanto, la búsqueda de reportes de estas interacciones se podría realizar con base en la distribución de estas entidades taxonómicas, principalmente de las especies, al poseer las familias y géneros rangos de distribución tan amplios.

Adicionalmente, una búsqueda sistemática de la participación de la herpetofauna en estos procesos podría integrarse a los estudios de diversidad, mediante un incremento en las observaciones del comportamiento de forrajeo y/o la búsqueda de polen en el cuerpo y semillas en las heces fecales de las especies de anfibios y reptiles.

Es importante iniciar la búsqueda de estas interacciones tanto a nivel insular como a nivel continental, pues pensamos que estas interacciones se pueden generar en ambos, ya sea en menor o mayor grado. En cuanto al tipo de ecosistema a estudiar, es importante no enfocar estos estudios únicamente a ecosistemas áridos, pues esto puede generar sesgos en el muestreo de estas interacciones, sesgos que pueden corresponder a paradigmas creados en relación con la herbivoría en estos grupos (Vitt, 2004). También, es indispensable que esta búsqueda se realice en diferentes temporadas pues la identificación de estas interacciones está altamente influenciada por la disponibilidad de recursos.

Por último, no debemos dejar de lado la potencialidad que puede tener este enfoque de procesos y grupos funcionales en agroecosistemas (sistemas productivos), desde la perspectiva de la sostenibilidad, todo esto ligado a su vez a enfoques de tipo ecosistémico y, por qué no, regiona-

les, debido a la alta endemividad de anfibios y reptiles en Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo hace parte del proyecto “Valoración de los bienes y servicios de la biodiversidad para el desarrollo sostenible de paisajes rurales colombianos: complejo ecorregional de los Andes del norte” dentro del centro de excelencia CIEBREG (Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos) financiado por COLCIENCIAS. Agradecemos a la Vicerrectoría Académica de la Pontificia Universidad Javeriana por su apoyo para iniciar la investigación en los procesos ecológicos en los cuales participan los anfibios y reptiles de Colombia, al financiar a la primera autora como Joven Investigadora.

LITERATURA CITADA

- BENÍTEZ-MALVIDO, J.; TAPIA E.; SUAZO, I.; VILLASEÑOR, E. & ALVARADO, J. 2003. Germination and Seed Damage in Tropical Dry Forest Plants Ingested by Iguanas. *Journal of Herpetology* 37 (2): 301-308.
- BLONDEL, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? *OIKOS* 100: 223-231.
- CASTAÑO-MORA, O.V. (ed.) 2002. *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 166 pp.
- CASTILLA, A.M. 1999. *Podarcis lilfordi* from the Balearic islands as a potential disperser of the rare Mediterranean plant *Withania frutescens*. *Acta Oecologica* 20 (2): 103-107.

- CASTRO, E.R. & GALETTI, M. 2004. Frugivoria E Dispersão De Sementes Pelo Lagarto Teiú *Tupinambis Merianae* (Reptilia: Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 44 (6): 91-97.
- CELEDÓN-NEGhme, C.; SALGADO, C.R. & VICTORIANO, P.F. 2005. Preferencias alimentarias y potencial dispersor del lagarto herbívoro *Phymaturus flagellifer* (Tropiduridae) en Los Andes. *Gayana* 69 (2): 266-276.
- COOPER, W.E. & VITT, L.J. 2002. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. *Journal of Zoology* 257: 487-517.
- CÔRTEZ FIGUEIRA, E.J.; VASCONCELLOS-NETO, J. & TELXEIRA DE SOUZA, A.L. 1994. Saucocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). *Biotropica* 26 (3): 295-301.
- ESPINOZA, R.E.; WIENS, J.J. & TRACY, R. 2004. Recurrent evolution of herbivory in small, cold-climate lizards: Breaking the ecophysiological rules of reptilian herbivory. *PNAS* 101 (48): 16819-16824.
- FIALHO, R.F. 1990. Seed dispersal by a lizard and a treefrog-effect of dispersal site on seed survivorship. *Biotropica* 22 (4): 423-424.
- FROST, D. (en línea) Amphibian species of the world (<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>). Consultado marzo 6 de 2006.
- GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. 2004. Pollination and seed dispersal by lizards: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 569-577.
- HÓDAR, J.A.; CAMPOS, F. & ROSALES, B.A. 1996. Trophic ecology of the Ocellated Lizard *Lacerta lepida* in an arid zone of southern Spain: relationships with availability and daily activity of prey. *Journal of Arid Environments* 33: 95-107.
- HOWE, H.F. & WESTLEY, L.C. 1988. *Ecological Relationships of Plants and Animals*. Oxford University Press. 273 pp.
- IVERSON, J.B. 1985. Lizards as seed dispersers? *Journal of Herpetology* 19 (2): 292-293.
- LORD, J.M. & MARSHALL, J. 2001. Correlations between growth form, habitat, and fruit colour in the New Zealand flora, with reference to frugivory by lizards. *New Zealand Journal of Botany* 39: 567-576.
- MALKMUS, R. 2000. Nutrition and Foraging. En: Hofrichter R. (ed.). *Amphibian. The World of Frogs, Toads, Salamanders and Newts*. First edition. Wetbild Verlag GmbH. Augsburg, pp: 172-175.
- MARTIN, P. & BATESON, P. 1986. *La medición del comportamiento*. Cambridge University Press, España, Alianza Editorial, 237.
- NOGALES, M.; DELGADO, J.D. & MEDINA, F.M. 1998. Shrikes, Lizards and *Lycium* (Solanaceae) Fruits: A case of Indirect Seed Dispersal on an Oceanic Island (Alegranza, Canary Islands). *Journal of Ecology* 86 (5): 866-871.
- NOGALES, M.; NIEVES, C.; ILLERA, J.C.; PADILLA, D.P. & TRAVESET, A. 2005. Effect of native and alien vertebrate frugivores on seed viability and germination patterns of *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) in the eastern Canary Islands. *Functional Ecology* 19: 429-436.
- NYHAGEN, D.F.; KRAGELUND, C.; OLESEN, J.M. & JONES, C.G. 2001. Insular interactions

- between lizards and flowers: flower visitation by an endemic Mauritian gecko. *Journal of Tropical Ecology* 17: 755-761.
- OLENSEN, J.M. & VALIDO, A. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *TRENDS in Ecology and Evolution* 18(4): 177-181.
- OLSSON, M.; RICHARD, S. & 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.
- PÉREZ-MELLADO, V. & CASAS, J.L. 1997. Pollination by a Lizard on a Mediterranean Island. *Copeia* (3): 593-595.
- PÉREZ-MELLADO, V.; ORTEGA, F.; MARTÍN-GARCÍA, S.; PERERA, A. & CORTÁZAE, 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.
- PERÉZ-MELLADO, V.; RIERA, N.R.; PERERA, A. & MARTÍN-GARCÍA, S. 2005. The lizard, *Podarcis lilfordi* (Squamata: Lacertidae) as a seed disperser of the Mediterranean plant, *Phillyrea media* (Oleaceae). *Amphibia-Reptilia* 26: 105-108.
- POUGH, F.H.; ANDREWS, R.M.; CADLE, J.E.; CRUMP, M.L.; SAVITZKY, A.H. & WELLS, K.D. 1998. *Herpetology*. First edition. Pentice-Hall, Inc. New Jersey. 577 pp.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.; RIERA, N. & TRAVESET, A. 2005. Effect of seed passage through birds and lizards on emergence rate of Mediterranean species: differences between natural and controlled conditions. *Functional Ecology* 19: 699-706.
- RUEDA-ALMONACID, J.V.; LYNCH, J.D. & AMÉZQUITA, A. (eds.) 2004. *Libro rojo de anfibios de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- SÁEZ & TRAVESET, A. 1995. Fruit and nectar feeding by *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) on Cabrera Archipelago (Balearic Islands). *Herpetological Review* 26 (3): 121-123.
- SÁNCHEZ-C., H.; CASTAÑO, O.V. & CÁRDENAS-A., G. 1995. Diversidad de los reptiles en Colombia. En: Rangel O.J. (ed.). *Colombia, diversidad biótica I*. INDERENA - Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, IMANI, Fondo FEN Colombia, Proyecto Biopacífico. Bogotá, Colombia. 442 pp.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, C. & SAZIMA, M. 2005. Little dragons prefer flowers to maidens: a lizard that laps nectar and pollinates trees. *Biota Neotropica* 5 (1): 1-8.
- SILVA, H.R.; DE BRITTO-PEREIRA, M.C. & CARAMASCHI, U. 1989. Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a neotropical treefrog. *Copeia* (3): 781-783.
- SILVA, H.R. DA & BRITTO-PEREIRA, M.C. DE 2006. How much fruit-eating frogs eat? Na investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae). *Journal of Zoology* 1-7.
- SMITH, N.; MORI, S.A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D.W. & HEALD, S.V. (eds.).

2004. *Flowering plants of the neotropics*. Princeton University Press. Princeton and Oxford. 594 pp.
- SOKOL, O.M. 1965. Herbivory in Lizards. *Evolution* 21 (1): 192-194.
- STEBBINS, R.C. & COHEN, N.W. 1995. *A natural history of amphibians*. Princeton University Press, New Jersey. 316 pp.
- SZARSKI, H. 1962. Some remarks on herbivorous lizards. *Evolution* 16: 529.
- TRAVERSESET, A. 1999. La importancia de los mutualismos para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas insulares. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 527-538.
- TRAVERSESET, A. 2002. Consecuencias de la ruptura de mutualismos planta-animal para la distribución de especies vegetales en las Islas Baleares. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 117-126.
- TRAVERSESET, A. & RIERA, N. 2005. Disruption of a plant-lizard seed dispersal system and its ecological effects on threatened endemic plant in the Balearic Islands. *Conservation Biology* 19 (2): 421-431.
- VALIDO, A.; NOGALES, M. & MEDINA, F.M. 2003. Fleshy fruits in the diet of Canarian lizards *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the Island of Tenerife. *Journal of Herpetology* 37 (4): 741-747.
- VARELA, R.O. & BUCHER, E.H. 2002. The lizard *Teius teyou* (Squamata: Teiidae) as a legitimate seed disperser in the dry chaco forest of Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37 (2): 115-117.
- VITT, L.J. 2004. Shifting paradigms: herbivory and body size in lizards. *PNSA* 101 (48): 16713-16714.
- WHITAKER, A.H. 1987. The roles of lizards in New Zealand plant reproductive strategies. *New Zealand Journal of Botany* 25: 315-328.
- WOTTON, D.M. 2002. Effectiveness of the common gecko (*Hoplodactylus maculatus*) as a seed disperser on Mana Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 40: 639-647.

Recibido: 22.09.2006
Aceptado: 7.03.2007