

PATRONES MACRO DE BIODIVERSIDAD DEL YASUNÍ

David A Donoso

¿Cuántas especies hay en el planeta? Desde la época de Linneo esta pregunta ha fascinado a investigadores de todo el mundo. En cientos de libros, artículos y debates, los científicos han intentado dar una u otra respuesta (Mora *et al.*, 2011; Costello *et al.*, 2012). Pero la respuesta a esta interrogante no solo es un ejercicio académico, ni de interés único de biólogos y conservacionistas, sino que atañe a todo el mundo. El ser humano depende de las otras especies que habitan en el planeta como fuente de alimento, medicina y hasta de oxígeno. El saber con cuántas y cuáles especies compartimos el planeta ciertamente asegura nuestra permanencia en el mismo. Hasta la fecha solo 1.5 millones de especies han sido descritas (May, 2010).

Estimaciones del número total de especies que viven en el planeta van desde tres millones (Raven, 1985) hasta 30 millones (Erwin, 1982), e incluso hasta 100 millones (May, 2010). La estimación más actual es de 6.1 millones (Hamilton *et al.*, 2013). Estos números se los ha calculado con diferentes técnicas; sin embargo, uno de los acercamientos más influyentes fue el realizado por Erwin (1982) que unió la diversidad de uno de los grupos más abundantes y diversos del planeta (*i.e.* los coleópteros) a la diversidad de las plantas. Si sabíamos qué porcentaje de todos los insectos viven en el dosel, cuántos de éstos insectos de dosel son coleópteros, qué porcentaje de coleópteros son especialistas de alguna especie de planta (generalmente, una especie se especializa en otra cuando la primera depende “vitalmente” de la segunda), y cuántas especies de plantas hay en el planeta, por simple matemática, se puede calcular el número de especies.

Para 1982, se tenía una estimación más o menos precisa de casi todos estos factores. Se sa-

bía el porcentaje de insectos que estaban en el dosel, el porcentaje de coleópteros dentro de estos insectos y el número de especies de plantas en el planeta. Pero no se sabía mucho sobre el grado de especialización de los coleópteros a las plantas. Erwin dio un primer número. Su experimento consistió en fumigar 19 individuos de *Luehea seemannii*, un árbol de la familia Malvaceae, en el “camino del oleoducto” (popularmente conocido como *Pipeline Road*), en Gamboa, Panamá. Erwin estimó que 13.5% de los coleópteros que colectó en el dosel estaban especializados a alguna planta, esto fue 162 de las más de 1200 especies registradas. Así nació la primera gran estimación del total de número de especies del planeta (*i.e.* 30 millones). Quizá la mayor contribución de Erwin fue poner, por primera vez, conceptos de biología a esta gran inquietud de conocer con quién compartimos el planeta.

Formas de estimar la biodiversidad

Son varios los acercamientos que a lo largo del tiempo los científicos han usado para estimar la diversidad de especies en el planeta; sin embargo, los avances más importantes de las últimas décadas recaen en una de las siguientes formas:

1. Conteo total de especies. Yves Basset y 37 de sus colaboradores publicaron en 2012 la primera lista “total” de insectos en 0.48 hectáreas de bosque del Área Protegida San Lorenzo, en Colón, Panamá. Ellos encontraron 6144 especies de insectos para la zona, con una muestra de cerca de 130 000 especímenes. Para lograr este número, muestrearon insectos en el área usando grúas para alcanzar el dosel, plataformas aéreas, globos aerostáticos, cuerdas para subir a la parte alta de los árboles y una multitud de aparatos y técnicas diseñadas para muestrear insectos del soto-



bosque, hojarasca, suelo y subsuelo. Un equipo de 102 taxónomos de 21 países participó en la identificación de todo este material. Los resultados fueron sorprendentes. Basset y sus colaboradores estimaron que en la reserva habitarían unas 20 especies de insectos por cada especie de planta, 83 por cada especie de ave y 312 por cada especie de mamífero.

Análisis más detallados de los resultados dieron inesperados descubrimientos. Primero, en toda la reserva (6000 hectáreas) habría un total de 25 000 especies de insectos, pero en una sola hectárea del bosque se tendría cerca al 60% de todos los insectos de la reserva. Estos datos sugieren que en los trópicos hay una alta diversidad alfa (el número de especies en una determinada área), pero una baja diversidad beta (la tasa de cambio de especies de un lugar a otro). Segundo, cuando compararon las curvas de acumulación de insectos con las de plantas, encontraron que éstas eran similares y se correlacionaban fuertemente. O sea que, la diversificación de insectos probablemente estaba ligada a la de las plantas; por lo tanto, las estimaciones de diversidad basadas en modelos de plantas (Hamilton *et al.*, 2013) deberían ser más o menos correctas.

2. ¿Cuántos coleópteros hay? Los coleópteros son quizá el grupo natural más diverso del mundo. Cerca del 25% de todas las especies descritas son coleópteros, esto es alrededor de 375 000 especies. No es casualidad que gran parte del problema de estimar el número total de especies en el mundo sea, en realidad, estimar cuántas especies de coleópteros hay. Usando una batería de ocho análisis distintos, Stork *et al.* (2015) proveyeron el estudio más completo hasta el momento. El primer análisis que efectuaron fue el de estimar la fecha de descripción en función del tamaño del coleóptero. Es conocido que

los insectos más grandes se describen más rápido. Al comparar el tamaño medio de los coleópteros en el Reino Unido en relación con las colecciones del Museo del Historia Natural de Londres (en síntesis, compararon una fauna muy conocida con una fauna por conocer) y al extrapolar la tendencia en el tiempo, lograron estimar el número de especies de coleópteros entre 1.7 y 2.1 millones. Otros análisis dieron valores de 1.5 a 1.7 millones (re-examinaciones de especificidad a plantas), de 1.2 a 1.3 millones (proporción plantas : coleópteros) y de 0.9 a 1.2 millones (proporción lepidópteros : coleópteros). En conjunto, estos análisis sugieren que en el mundo existirían unos 1.5 millones de coleópteros; por lo tanto, solo se ha descrito un 25% de todas las especies de este orden de insectos. Con este nuevo estimado, Stork y sus colaboradores calcularon que en el mundo habrían alrededor de 5.5 millones de insectos y unos 6.8 millones de artrópodos.

3. Midiendo el grado de especialización.

Desde Erwin (1982) se ha avanzado bastante en nuestro entendimiento sobre naturaleza de la especialización de los insectos a las plantas y cómo estos ejercicios nos ayudan a estimar el número total de especies en el planeta. Hemos aprendido varias cosas. Primero, existen entre los insectos diferentes niveles de especialización. Algunos son especializados, otros son más generalistas. El número de especies de plantas de las que un insecto depende se llama amplitud de la dieta. Segundo, si conocemos cómo la amplitud de dieta de los insectos cambia de un lugar a otro (*e.g.* del trópico a los polos), podríamos explicar en parte por qué los trópicos son más diversos y así aproximarnos aún más al número total de especies en el planeta. Un esfuerzo reciente para comprender cómo la amplitud de dieta cambia en el planeta fue hecho por Forster





et al. (2015). Ellos estudiaron el porcentaje de insectos especialistas (que se alimentan de una sola especie de planta) en el mundo. Encontraron que mientras más nos acercamos al ecuador, el porcentaje de insectos especialistas aumenta. El resultado de Forister y sus colaboradores es sorprendente. Los trópicos no solo tienen más especies de insectos porque tienen más especies de plantas, sino porque tienen insectos más especializados. El estudio de Forister *et al.* (2015) tiene además amplias consecuencias para nuestro entendimiento del funcionamiento de los bosques.

Terry Erwin y los muestreos masivos de artrópodos en el Yasuní

Ya son más de 20 años desde que entre 1994–1996 Erwin y colaboradores fumigaron, por primera vez, el dosel del bosque amazónico próximo a la extinta estación científica Onkone Gare, dentro del proyecto Monitoreo Biológico Yasuní. Desde entonces, Erwin y su equipo muestrearon su transecto entomológico en dos períodos más: en 2005–2006 y en 2012–2013.

El Monitoreo Biológico Yasuní es un esfuerzo tipo “conteo total de especies”, según el contexto antes descrito, lo cual nos permite hacer algunas comparaciones. Primero, la diversidad alfa de Onkone Gare es relativamente similar a la de San Lorenzo (Panamá). Erwin *et al.* (2004) reportan cerca de 2010 morfoespecies de coleópteros. Aunque el inventario en el Yasuní no está completo, las áreas muestreadas no son las mismas (aunque sí equivalentes) y no se incluyen coleópteros del suelo, este número es inferior a las 3270 especies reportadas por Basset *et al.* (2012). En otras palabras, la diversidad de ambas localidades está dentro del mismo orden de magnitud. Mientras que ambos trabajos parecen haber muestreado razonablemente su fauna, estudios en el futuro

podrían contribuir grandemente si reportaran el número de especies aún no descritas.

El muestreo de Onkone Gare también ha contribuido de otras maneras a la discusión. El anexo 4 proporciona el número total de especies de insectos y arañas conocidas para la parte noroccidental del Yasuní. Muchas de estas especies han sido descritas o reportadas a partir del material colectado por Erwin y colaboradores (anexo 5). El anexo 4 presenta un total de 2280 especies de artrópodos, de los cuales 549 son coleópteros. Estos números se ajustan a los patrones mundiales aquí reportados. Por ejemplo, los coleópteros ($n = 549$) son exactamente el 25 % de los insectos al momento conocidos en el Yasuní (el mismo porcentaje calculado por Stork *et al.*, 2015). Además las 549 especies de coleópteros descritas serían el 27 % de las 2010 morfoespecies de coleópteros colectadas por Erwin *et al.* (2004). Lo que significa que solo un 27 % de las especies de coleópteros en Yasuní estarían descritas. Este porcentaje se acerca al 25 % de especies descritas de todos los coleópteros en el mundo. Una relación de qué tan poco conocemos la diversidad del Yasuní la presenta Erwin y Geraci (2009) en la tabla 5. Estos datos sugieren que aunque el trabajo es titánico, la fauna total de insectos del Yasuní podría estar algún día totalmente catalogada.

Consideraciones finales

Las investigaciones que aquí mencionados sugieren varios estudios que podrían mejorar nuestro entendimiento de la biodiversidad del Ecuador, y del mundo. Primero, se necesitan más estudios al estilo diversidad “total”, hechos en los diferentes ecosistemas del Ecuador. No tenemos todavía estimados generales de cuán más diverso es el Yasuní con respecto a, por ejemplo, el páramo de Papallacta, ni de cómo los diferentes ecosistemas dentro del Yasuní di-



Tabla 5. Número de taxones de Coleoptera examinados en el Yasuní entre 1994 y 2006. Se indica el número de morfoespecies observadas (a 2008) y el número de especies predichas basado en curvas de acumulación y cálculos de Erwin *et al.* (2005). Tomada de Erwin y Geraci (2009).

Familia	Riqueza de especies		Dieta en adultos
	Observada	Predicha	
Scarabaeidae	58	133	herbívoros (hojas)
Erotylidae	214	168	hongos
Carabidae	458	477	depredadores
Elateridae	150	138	detritívoros
Ceratocanthidae	11	36	termitas
Mordellidae	388	361	polen
Buprestidae	209	234	polen
Curculionidae (Entiminae)	41	45	herbívoros (hojas)
Curculionidae (Otidocephalini)	35	37	herbívoros
Chrysomelidae (Cryptocephalinae)	43	227	herbívoros (hojas)
Chrysomelidae (Hispiinae)	227	316	herbívoros (hojas)
Chrysomelidae (Alticinae)	400	n/a	herbívoros (hojas)
Cleridae	122	139	depredadores
Total	2356	2311	

fieren entre sí. Segundo, la literatura disponible está llena de dudas sobre la relación entre los insectos y las plantas. Más estudios que aclaren el rol de los mutualismos insecto-planta (Báez *et al.*, 2016a) y las relaciones entre las plantas e insectos que viven suelo (Donoso, 2014) serían un buen comienzo. Finalmente, el Ecuador necesita más taxónomos que puedan describir la biodiversidad de sus regiones. El apareamiento de técnicas moleculares (con el uso de ADN) ya ha revolucionado la velocidad con que se catalogan las especies en otros países (Hebert *et al.*, 2016), y hasta algunos grupos de polillas del sur de Ecuador (Brehm *et al.*, 2016), pero no existe una iniciativa nacional que agrupe a los pocos taxónomos con que el país cuenta, que sí ha sido desarrollada en otros países, como Perú, con el Peruvian Barcode of Life (<http://pebol.org>).

Estas investigaciones nos brindan algunas ideas que ayudarían a conservar nuestra biodiversidad. Basset *et al.* (2012) demostraron que la diversidad de plantas está íntimamente ligada a la de insectos (mucho más diversos, pero menos conocidos). Por lo tanto, conservar ecosistemas con una alta diversidad de plantas puede ayudar a conservar miles de especies de insectos. La cura contra el cáncer, la seguridad alimentaria de millones de personas, el bienestar humano y social, los servicios ecosistémicos (aire, agua, descontaminación), todos dependen de la biodiversidad que nos rodea. Estudios sobre el impacto del cambio global (y sus diferentes estresores) en las relaciones insecto-planta (Báez *et al.*, 2016b) podrían aportar significativamente a predecir el futuro de nuestros insectos.