



COROTIPOS PRELIMINARES DE PERÚ BASADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA ASTERACEAE

Berni Britto¹ & César Arana^{1,2}

¹ Laboratorio de Biogeografía y Ecología Terrestres, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Ciudad Universitaria, Avenida Venezuela Cdra. 34 s/n, Lima 11, Lima, Perú. Apartado Postal 11-0058; berni.britto@yahoo.com (autor corresponsal).

² Departamento de Ecología - Museo de Historia Natural "Javier Prado", Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Avenida Arenales 1256, Lima 14, Lima, Perú. Apartado Postal 14-0434.

Abstract. Britto, B. & C. Arana. 2014. Preliminary chorotypes of Peru based on the distribution of Asteraceae family. *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 39-56.

The present study is based in the concept of chorological categories or chorotypes, founding a new hypothesis of biogeographic classification of Peru based on the distribution of the Asteraceae. The information collected resulted in 1669 species of Asteraceae registered in Peru (until 2008), distributed in 255 genera. The Peruvian territory was divided into 218 Report Districts representing 24 departments divided into strips of 500 m of altitude. The biogeographical database of Asteraceae was obtained by crossing an updated database of species records with the Report Districts, expressed in a presence-absence matrix. The total data set was analyzed, resulting in 14 preliminar chorotypes proposed for Peru: Abiseo, Amotape, Andino, Apurímac-Huancavelica, Chachapoyas-Huánuco, Huancabamba, Huascarán, Ica, Lima-Piura, Loreto-Ucayali, Manu, Pasco, Sandia, and Tacna.

Keywords. Biodiversity; biogeography; chorology; cluster analysis; flora.

Resumen. Britto, B. & C. Arana. 2014. Corotipos preliminares de Perú basados en la distribución de la familia Asteraceae. *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 39-56.

El presente estudio se basa en el concepto de categorías corológicas o corotipos para formular una nueva hipótesis de clasificación biogeográfica del Perú basado en la distribución de la familia Asteraceae. La información recabada dio como resultado que existen 1669 especies de Asteraceae registradas en Perú (hasta el año 2008), distribuidas en 255 géneros. El territorio peruano se dividió en 218 Distritos de Reporte que representan a los 24 departamentos divididos en franjas de 500 m de altitud. La base de datos biogeográficos de Asteraceae se obtuvo cruzando los registros de distribución actualizados con los Distritos de Reporte, expresándose en una matriz de presencia-ausencia. El análisis de datos dio como resultado un total de 14 corotipos preliminares para el Perú: Abiseo, Amotape, Andino, Apurímac-Huancavelica, Chachapoyas-Huánuco, Huancabamba, Huascarán, Ica, Lima-Piura, Loreto-Ucayali, Manu, Pasco, Sandia y Tacna.

Palabras clave. Análisis de agrupamiento; biodiversidad; biogeografía; corología; flora.

INTRODUCCIÓN

La biogeografía tiene como objetivo comprender la distribución de los organismos sobre la superficie

de la tierra a través de su historia (Morrone, 2001). Uno de los primeros problemas al que se enfrentó la biogeografía moderna, Wallace, en adelante (según Morrone, 2001), fue la necesidad de ordenar

los conocimientos sobre la distribución geográfica de los seres vivos, organizándolos en un sistema que se basara en el reconocimiento de similitudes y regularidades (Crisci et al., 2003; Zunino & Zullini, 2003).

Desde hace mucho tiempo se realizan esfuerzos por sistematizar los patrones de distribución de la biota de Sudamérica, sobresaliendo los trabajos de Cabrera & Willink (1973), Rivas-Martínez & Tovar (1983), entre otros.

Sobre la base de métodos panbiogeográficos y biogeográficos cladísticos, Morrone (2001) propuso una clasificación para Latinoamérica y el Caribe. En su última versión incluyó las regiones Neotropical y Andina para Sudamérica, a las que sumó la zona de transición sudamericana (Morrone, 2004a, 2004b), extendida a lo largo de los Andes entre el oeste de Venezuela, el norte de Chile y el centro-oeste de la Argentina. Katinas et al. (1999) demostraron que la naturaleza compuesta de esta zona se debe a la interacción con elementos propios de las regiones que la circundan.

La cordillera de los Andes funciona como vía de dispersión de especies, como barrera biogeográfica para las mismas (Janzen, 1967; Young et al., 2002; Ghalambor et al., 2006); o como una combinación de ambas, generando procesos de dispersión-vicarianza (Viloria, 2003). Es por ello que se considera como un área de anisotropía variable (Zunino & Zullini, 2003), actuando de forma diferente de acuerdo a los requerimientos ecológicos y la propia historia evolutiva de los diferentes seres vivos que la ocupan. El área ocupada por la cordillera de los Andes presenta una gran riqueza de especies de la familia Asteraceae Bercht. & J. Presl (Funk et al., 1995; Dillon & Zapata, 2004; Funk et al., 2009) y otros taxones como Ericaceae (Vaccinieae) (Luteyn, 2002; Kron & Luteyn, 2005), Onagraceae (*Fuchsia* L.) (Berry, 1982), Brassicaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Rosaceae, Orchidaceae, Poaceae, Scrophulariaceae (Davis et al., 1997), Solanaceae (*Solanum* L.) (Knapp, 2002), entre otras. La alta diversidad en los Andes no es exclusiva de la flora (Henderson et al., 1991; Mares, 1992; Stotz et al., 1996; Knapp, 2002). Sin embargo, los patrones de riqueza-diversidad y endemismos varían según el grupo taxonómico estudiado (León & Valencia, 1988; Young & León, 1991; Pacheco & Patterson, 1992; Kessler, 2002; Leimbeck et al., 2004).

La flora peruana ha sido una de las más estudiadas de Sudamérica (Jørgensen et al., 2006). Según la última recopilación de las plantas vasculares registrada en la base de datos Tropicos.org del "Missouri Botanical Garden" (<http://www.tropicos.org>; Jørgensen et al., 2006), el Perú registra 19232 especies distribuidas en 213 familias y 2119 géneros. No existe un mapa biogeográfico moderno, debido a que la aproximación realizada por Weberbauer (1945) presenta características fisionómicas y de composición de especies (como una visión de ecosistemas o comunidades vegetales), mientras que otras realizadas posteriormente (Brack, 1986; CDC, 1996), presentan características de clasificaciones tradicionales (divisiones tropical, subtropical, entre otras).

Entre los distintos métodos de clasificación biogeográfica, tanto las categorías corológicas propuestas por La Greca (1964), así como los patrones de distribución (Halffter, 1962, 1974) y los trazos generalizados (Croizat, 1958, 1964) representan herramientas del análisis biogeográfico. Si bien son resultados de generalizaciones basadas en distribuciones que coinciden de alguna forma, no se utilizan para intentar clasificar la superficie terrestre en forma jerárquica.

Las categorías corológicas o corotipos, en términos generales, son clases de áreas de distribución cuyas fronteras externas coinciden con buena aproximación y permiten clasificar los taxones que integran una biota dada o ciertas áreas geográficas en un sistema de referencia espacial (Zunino & Zullini, 2003).

Asteraceae es un grupo monofilético y representa una de las familias más numerosas de angiospermas, con 1600 a 1700 géneros y 24000 a 30000 especies (Bremer et al., 1992). Esta familia también presenta una amplia variedad de formas de vida: herbáceas, suculentas, lianas, epifitas, árboles y arbustos. Su distribución es cosmopolita, exceptuando la región Antártica, y se la encuentra en todos los ambientes (Funk et al., 2005). Además, la evidencia filogenética y los datos paleontológicos sugieren que el ancestro de Asteraceae surgió en el hemisferio sur (Villaseñor et al., 2004), en el área que hoy corresponde a la región andina de Sudamérica (Katinas et al., 1999, 2007).

Asteraceae es la segunda familia de plantas con mayor riqueza de especies en Perú (Van Der

Werff & Consiglio, 2004), contiene cerca del 10% de su flora total, y se distribuye en casi todos los ambientes, aunque con una pobre representación en los bosques tropicales y subtropicales (Dillon, 1980). El libro rojo de las plantas endémicas del Perú (Beltrán et al., 2007) menciona 724 endemismos, de los cuales 695 son especies y 29 son variedades. Esta familia incluye 11 géneros endémicos de Perú: *Ascidiogyne* Cuatrec., *Aynia* H. Rob., *Bishopanthus* H. Rob., *Chucoa* Cabrera, *Ellenbergia* Cuatrec., *Hughesia* R.M. King & H. Rob., *Notobaccharis* R.M. King & H. Rob., *Pseudonosseris* H. Rob. & Bretell, *Schizotrichia* Benth., *Syncretocarpus* S.F. Blake y *Uleophytum* Hieron. Los géneros con mayor número de especies son *Senecio* L., *Gynoxys* Cass. y *Verbesina* L.

El presente estudio tiene como finalidad presentar el primer mapa biogeográfico de la familia Asteraceae en Perú, bajo el concepto de categorías corológicas o corotipos, y ser el primer referente hacia una síntesis biogeográfica de la flora y fauna peruana. Adicionalmente, se compara la presente proposición fitogeográfica con otros esquemas reconocidos para Sudamérica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta un Apéndice suplementario en la versión en línea en <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/553/590>.

Recopilación y actualización de datos sobre Asteraceae de Perú

Para actualizar los datos sobre Asteraceae de Perú se realizó una recopilación de la información del Catálogo de Plantas Vasculares y Gimnospermas de Perú (Brako & Zarucchi, 1993), así como de las subsiguientes adiciones a la flora peruana realizada por diferentes autores (Keil, 2002; Ulloa et al., 2004; Dillon, 2006; Müller, 2006, 2007; Rodríguez et al., 2006; Aranguren et al., 2008; Sagástegui & Rodríguez, 2008; Soejima et al., 2008). La revisión del estado nomenclatural de dichos registros se hizo a través del "International Plant Name Index" (IPNI) en su versión "online" (<http://www.ipni.org>) y de la base de datos Tropicos.org. Sin embargo, se mantuvo el estado nomenclatural de los nombres de asteráceas endémicas registrados

en el capítulo de Asteraceae endémicas de Perú (Beltrán et al., 2007).

Por último, se re-evaluaron los registros de distribución departamental-altitudinal de todas las especies reconocidas en la lista actualizada, en base a la información disponible en la base de datos Tropicos.org, con la finalidad de tener los *registros de distribución* actualizados de las especies de Asteraceae registradas en el Perú hasta el 2008.

Distritos de Reporte y base de datos biogeográficos de Asteraceae (BDA)

Se crearon *distritos de reporte* (DR) sobre la base de la división departamental de Perú y estos, a su vez, se dividieron en franjas altitudinales de 500 m (Van Der Werff & Consiglio, 2004; Jørgensen et al., 2011) permitiendo utilizar una gran cantidad de información sobre la distribución de las especies de Asteraceae, sin necesidad de tener coordenadas geográficas exactas (Stott, 1981). De esta forma se evitó la pérdida de funcionalidad de los mapas geográficos (Villareal et al., 1996) o unidades geográficas operativas "UGOs" (Balleza et al., 2005) debido a la complejidad fisiográfica, climática y ecológica de Perú (Beck et al., 2007).

Los DR se expresaron con una abreviatura del departamento seguida de un número para cada rango altitudinal (por ejemplo, a la franja altitudinal de 0-500 m s.m. del departamento de Amazonas, corresponde la abreviatura AM1). Este formato se usó para los 24 departamentos en que se divide el Perú (Amazonas: AM, Ancash: AN, Apurímac: AP, Arequipa: AR, Ayacucho: AY, Cajamarca: CA, Cusco: CU, Huancavelica: HV, Huánuco: HU, Ica: IC, Junín: JU, La Libertad: LL, Lambayeque: LA, Lima: LI, Loreto: LO, Madre de Dios: MD, Moquegua: MO, Pasco: PA, Piura: PI, Puno: PU, San Martín: SM, Tacna: TA, Tumbes: TU, Ucayali: UC). El total de *distritos de reporte* formulados fue de 218.

La base de datos biogeográficos de Asteraceae (BDA) se obtuvo a partir de cruce de los *registros de distribución* con los *distritos de reporte* formulados, registrándose la presencia de los taxones en el distrito de reporte correspondiente (Murguía & Rojas, 2001). Solo se consideraron para la BDA los taxones nativos peruanos (Balleza et al., 2005), expresándose finalmente en una matriz de presencia-ausencia.

Clasificación del territorio peruano en unidades biogeográficas

A partir de la matriz de la BDA, se procedió a la realización del análisis de agrupamiento. En primer lugar se transformó la matriz de datos en una de matriz de similitud, utilizando el coeficiente de Jaccard entre pares de distritos de reporte (Murguía & Rojas, 2001). Posteriormente, mediante el método de análisis de grupos pareados sin ponderar, usando la media aritmética (UPGMA, por sus siglas en inglés), la matriz de similitud se sometió a un análisis de clasificación por columnas, con el fin de evaluar los patrones de similitud florística entre los distritos de reporte y su uso para la división del territorio peruano en unidades biogeográficas (Balleza et al., 2005; Proches, 2005; Villarreal et al., 1996), en el sentido de categoría corológica o corotipos (Zunino & Zullini, 2003).

RESULTADOS

Recopilación y actualización de datos

Se encontraron 1669 taxones de Asteraceae con algún tipo de registro en Perú, distribuidos en 255 géneros. Se reconocieron 20 especies introducidas.

Las Asteraceae se distribuyen por todo el territorio peruano, los registros de altitud de los taxones van desde los 0 hasta los 6000 m s.m. Del total de Asteraceae nativas reconocidas (1649 taxones), sólo 1475 taxones presentaban registro departamental-altitudinal. El rango altitudinal con mayor presencia de la familia fue de 2000-3500 m s.m. El rango con mayor número de taxones fue de 2500-3000 m s.m. (630 en total) (Fig. 1).

Base de datos biogeográficos de Asteraceae

A partir del grupo de taxones estable (1475), se procedió a eliminar los DR no informativos, es decir, los que no presentaron ningún registro, para reducir al mínimo la aparición de grupos no resueltos en el análisis de agrupamiento. El número de DR finales fue 206 (95% de 218 DR totales reconocidos para el Perú); los datos en la matriz final de la BDA consisten de 303850 celdas registrando presencia-ausencia para cada taxón considerado.

Clasificación biogeográfica de Perú

El resultado del análisis de agrupamiento de los DR se muestra en un dendrograma (Fig. 2). Los corotipos resultantes del análisis de agrupamiento de los DR, fueron considerados de grupos basalmente distinguibles (por fronteras razonablemente coincidentes), manteniendo una relación espacial congruente entre los DR que las componen.

En el caso de agrupamientos de DR sustentados por 1 a 3 taxones, se revisó si estos eran endémicos o de amplia distribución. Si eran endémicos se consideró válido el agrupamiento, caso contrario, se descartó el agrupamiento (relaciones incongruentes).

En el presente estudio se proponen 14 corotipos preliminares para el Perú, cuyos nombres surgen de las toponimias de los lugares más representativos o de mayor extensión en cada caso, exceptuando el corotipo Andino, el cual refiere y se halla en su mayoría en la región altoandina de Perú.

En la Tabla 1 se detalla la ubicación altitudinal y extensión departamental, número de especies registrado, el número de endemismos (a nivel nacional) y el número de endemismos exclusivos para cada corotipo reconocido en el dendrograma presentado en la Fig. 2.

La Fig. 3 muestra una vista simplificada del dendrograma con los 14 corotipos numerados en orden de reconocimiento.

Los corotipos con mayor número de registros son los de Chachapoyas-Huánuco (803 taxones), Andino (622) y Lima-Piura (573), que corresponden al 54,4%, 42,2% y 38,8% del total de asteráceas respectivamente,

Del total de 678 taxones endémicos de Asteraceae considerados, las categorías corológicas con mayor número de fueron Chachapoyas-Huánuco con 363 taxones, seguido del corotipo Andino con 252 taxones y Lima-Piura con 196 taxones.

Al esquematizar los corotipos propuestos en una representación del mapa de Perú (Fig. 4), se observa que las categorías corológicas con mayor número de taxones se encuentran en la zona enmarcada dentro de la cordillera de los Andes y la zona adyacente al océano Pacífico.

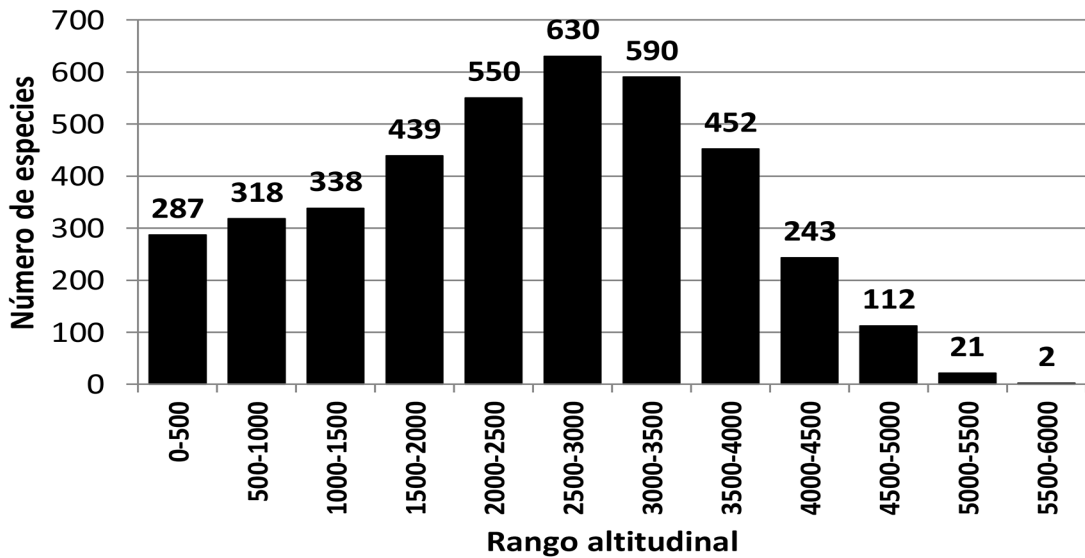


Fig. 1. Distribución de las especies de Asteraceae registradas en Perú por rango altitudinal.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se propone un mapa biogeográfico de la familia Asteraceae para el Perú sobre la base de los corotipos reconocidos. El análisis realizado no tiene la finalidad de una jerarquización de las unidades biogeográficas que componen el territorio peruano, sino que hace uso del concepto de corotipo como una aplicación descriptiva y analítica, y la función de estos como parámetros de evaluación de la gravitación de los taxones en los que se fundamenta un corotipo (Vigna Taglianti et al., 1992; Zunino & Zullini, 2003).

Sobre la base de este estudio, los corotipos reconocidos para la flora de Perú son: Abiseo, Amotape, Andino, Apurímac-Huancavelica, Chachapoyas-Huánuco, Huancabamba, Huascarán, Ica, Lima-Piura, Loreto-Ucayali, Pasco, Sandía, Tacna y Manu (Tabla 1).

El corotipo *Abiseo* comprende la parte occidental del departamento de San Martín desde los 2000 hasta los 4000 m s.m. y abarca los bosques montanos y áreas de vegetación altoandina. Este corotipo se circunscribe al área situada al oeste del río Abiseo, ya propuesta como una provincia biogeográfica por Leo & Romo (1992), quienes reconocieron el área al oeste del río Huallaga (depto. de

San Martín) basándose en la composición faunística de roedores sigmodontinos y la presencia de otras especies animales endémicas para el Parque Nacional Río Abiseo.

El corotipo *Amotape* abarca la totalidad del departamento de Tumbes, comprendido dentro de los bosques secos de Ecuador (Cabrera & Willink, 1973; Rivas-Martinez & Tovar, 1983; Morrone, 2001), y la zona de influencia de la depresión de Huancabamba, también llamada zona de Amotape-Huancabamba (Weigend, 2002, 2004). La presencia de manglares en la franja costera representa un ecosistema que sólo se halla en dicho departamento (Majluf, 2002). El área que ocupa este corotipo fue reconocida como el centro de diversidad de plantas del mundo Parque Nacional Cerros de Amotape - CPD site SA 41 (Davis et al., 1997).

El corotipo *Andino* comprende diferentes áreas y ecosistemas a lo largo de los Andes peruanos. Desde el punto de vista de Young & Valencia (1992), el corotipo Andino se extiende por gran parte de los bosques montanos fragmentados por encima de la línea de árboles de la vertiente oriental, los valles interandinos entre los Andes occidentales y orientales (exceptuando a los valles de los ríos Apurímac y Marañón), y casi por completo la vertiente occidental a partir de los 3000 m s.m. (2000 m en

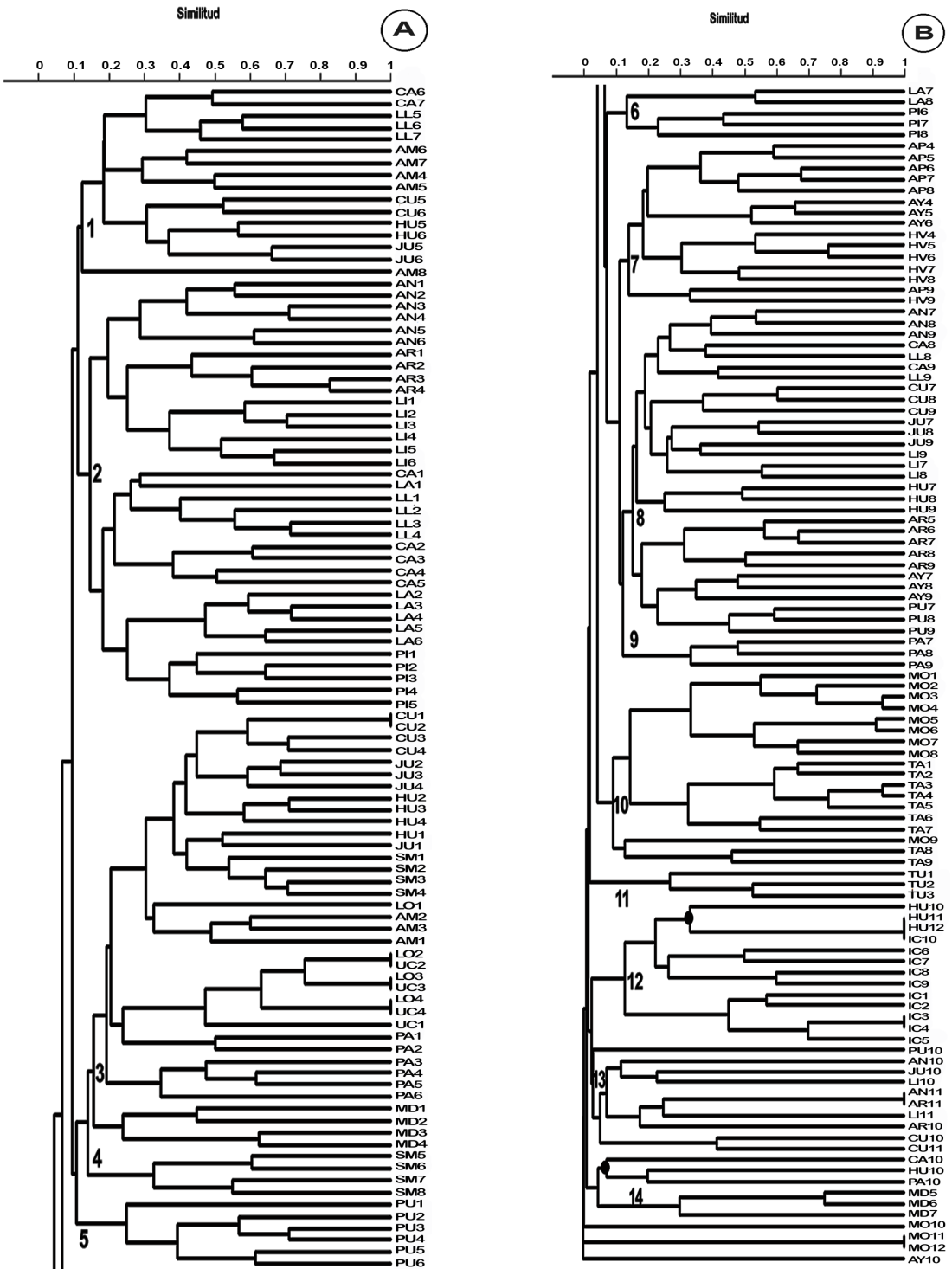


Fig. 2. Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de los DR a partir de la DBA (A continúa en B). Se señala con números las agrupaciones de relaciones corológicas reconocidas. Los puntos rojos muestran relaciones incongruentes ocurridas en el análisis (los puntos de relaciones de incongruencia son determinados por poseer enlaces de agrupamiento basados en taxones de amplia distribución y que adicionalmente presentan incongruencia espacial).

Tabla 1. Descripción de los corotipos encontrados: ubicación, número de especies registrado, número de endemismos y endemismos exclusivos. La primera columna se refiere a la ubicación en el dendrograma de la Fig. 3.

	Corotipo	Ubicación altitudinal y extensión departamental	Nro. de especies (%¹)	Nro. de endemismos	Endemismos exclusivos
1	Chachapoyas-Huánuco	Comprende una delgada franja altitudinal entre los 2000-3000 m s.m. para los departamentos de Cuzco, Junín y Huánuco, variando entre los 2500-3500 m s.m. para Cajamarca; y ampliándose en los departamentos de La Libertad (2000-3500 m s.m.) y Amazonas (1500-4000 m s.m.)	803 (54,4)	363	149
2	Lima-Piura	Comprende toda la franja costera desde los 0 m hasta los 1000 a 3000 m s.m. en los departamentos de Ancash, Arequipa, Lima, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque y Piura	573 (38,8)	196	51
3	Loreto-Ucayali	Comprende todo los departamentos de Loreto y Ucayali y una amplia franja desde los 0 hasta 2000 m s.m. en los departamentos de Cuzco, Junín, Huánuco, San Martín y Madre de Dios, sólo en el departamento de Pasco se extiende hasta los 3000 m s.m.	430 (29,2)	121	52
4	Abiseo	Se halla en su totalidad dentro del departamento de San Martín, entre los 2000 hasta 4000 m s.m.	76 (5,2)	17	2
5	Sandia	Toda el área que ocupa este corotipo se encuentra dentro del departamento de Puno, provincia de Sandia, específicamente desde los 0 m hasta los 3000 m s.m.	93 (6,3)	9	3
6	Huancabamba	Se ubica en los departamentos de Lambayeque y Piura, entre los 2500 hasta los 4000 m s.m.	125 (8,5)	42	14
7	Apurímac-Huancavelica	Abarca casi en su totalidad los departamentos de Apurímac, Huancavelica (1500-4500 m s. m.) y una pequeña parte del departamento de Ayacucho entre los 1500-3000 m s.m.	185 (12,5)	60	12
8	Andino	Se extiende por las partes altas de los departamentos de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima y Puno, ocupa un rango altitudinal desde los 3000 (-2000) hasta los 4500 m s.m.	622 (42,2)	252	95
9	Pasco	Se halla enteramente dentro del departamento de Pasco, entre los 3000 a 4500 m s.m.	84 (5,7)	25	2

Tabla 1. Continuación.

	Corotipo	Ubicación altitudinal y extensión departamental	Nro. de especies (% ¹)	Nro. de endemismos	Endemismos exclusivos
10	Tacna	El área correspondiente a este corotipo está dentro de los departamentos de Moquegua y Tacna desde los 0 m hasta los 4500 m s. m.	77 (5,2)	15	1
11	Amotape	Comprende todo el departamento de Tumbes (0-1500 m s. m.)	28 (1,9)	4	-
12	Ica	Comprende todo el departamento de Ica (0-4500 m s. m.)	22 (1,5)	5	1
13	Huascarán	Se halla dentro de los departamentos Ancash, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Junín, Lima y Puno, entre los 4500 a 5500 m s. m.	108 (7,3)	32	8
14	Manu	Su área está circunscrita a la parte alta del departamento de Madre de Dios, entre los 2000 a 3500 m s. m.	4 (0,3)	1	-

¹% = Número de especies registradas por corotipo / número de especies con registro departamental-altitudinal en Perú (1475 taxones)

Arequipa). El área que ocupa este corotipo fue reconocida como uno de los centros de diversidad de plantas del mundo Puna Peruana - CPD site SA 33 (Davis, et al. 1997).

El corotipo *Apurímac-Huancavelica* comprende casi íntegramente los departamentos homónimos. En ambos departamentos se encuentran dos áreas muy importantes para la flora peruana, la depresión de Apurímac la cual alberga una gran extensión de bosques secos estacionales o también llamados valles secos interandinos (Killeen et al., 2007; Oakley & Prado, 2011) y parte del sistema de valles secos del Mantaro en el departamento de Huancavelica (Ferreira, 1996; Linares-Palomino, 2006). Ambos sistemas de valles secos interandinos forman parte de fragmentos remanentes de bosques más extensos que probablemente caracterizaron la máxima climática seca del Pleistoceno (Prado & Gibbs, 1993), conforme a lo explicado en la “Teoría del Arco Pleistocénico” (Prado, 2000; Oakley & Prado, 2011).

El corotipo *Chachapoyas-Huánuco* compren-

de una delgada franja de los bosques montanos orientales del centro y sur de Perú, ampliando sus fronteras en los bosques montanos del norte y en la vertiente occidental de los andes. La alta riqueza de especies y endemismos en este corotipo se debe a tres factores principales: 1) la morfología abrupta del terreno y una superposición de diferentes tipos de vegetación en áreas localizadas (Gentry, 1986), 2) el hecho de abarcar áreas donde ocurrieron eventos de dispersión-vicarianza (Viloria, 2003), y 3) el hecho de estar circunscrita a zonas de intercambio de especies amazónicas y altoandinas, como sucede con la familia *Arecaceae* (Pintaud et al., 2008). El área en que se extiende este corotipo ha sido reconocida anteriormente como una sola unidad biogeográfica natural (Young, 1992)

El corotipo *Huancabamba* se halla dentro de la zona de Amotape-Huancabamba propuesta por Weigend (2002). Su estudio se enfocó principalmente con datos de especies de *Loasaceae*, complementados con datos de otros grupos de plantas (*Passiflora* L. y *Ribes* L.) y animales, reconocien-

do la presencia de una zona fitogeográfica entre el cauce del río Jubones en Ecuador y el cauce del río Chamaya en el Perú.

El corotipo *Huascarán* comprende un gradiente altitudinal de 4500-5500 m s.m., representando a las comunidades de plantas que se encuentra por encima del límite superior altitudinal promedio de los bosques de *Polylepis* Ruiz & Pav. (Mendoza & Cano, 2011), destacando la vegetación de suelos crioturbados, la cual se registra a partir de los 4500 m s.m. (Cano et al., 2010, 2011) y contiene numerosas especies endémicas de distribución restringida estas comunidades (Cano et al., 2011). Los bosques de *Polylepis* incluyen numerosas especies de aves especialistas (Fjeldså, 1992), de manera que por encima de esta altitud existe otro grupo diferente de aves, este hecho se puede interpretar como un límite biogeográfico con las especies de mayor altura (Fjeldså, 1991, 1992).

El corotipo *Ica* representa una discontinuidad en la franja costera peruana, la que previamente había sido considerada como una sola entidad biogeográfica continua (Cabrera & Willink, 1973; Sarmiento, 1975; Morrone, 2001). Sin embargo, estudios más detallados de la franja costera indican que el sector iqueño corresponde a una unidad biogeográfica independiente (Galán de Mera et al., 1997). Adicionalmente, los trabajos realizados en el departamento de Ica por Arana et al. (datos inéditos), indican que la flora y la avifauna del área costera del departamento poseen elementos de carácter andino, observándose un solapamiento en la distribución de especies andinas y costeras.

El corotipo *Lima-Piura* representa la mayor área de la franja costera peruana (0 a 100 m s.m.) y la franja altitudinal de 1000 a 3000 m s.m. de la vertiente occidental. Es equivalente a la provincia del Desierto peruano costero (Morrone, 2001) y bajo el esquema de Galán de Mera et al. (1997) al sector sechurense y la provincia Limeño-Arequipeña. El área que ocupa este corotipo fue reconocida como uno de los centros de diversidad de plantas del mundo Formación de Lomas, Perú - CPD site SA 42 (Davis et al., 1997).

El corotipo *Manu* ocupa un área pequeña en el departamento de Madre de Dios, involucra la franja de bosques montanos por encima de los 2000 m s.m. que se encuentra inmersa en la Reserva Biósfera del Manu. No se tiene mucha información de

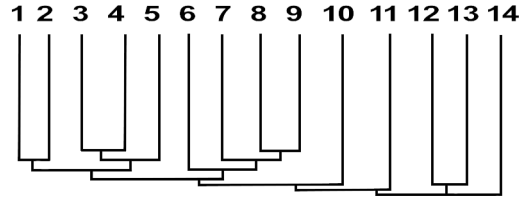


Fig. 3. Dendrograma simplificado mostrando los 14 corotipos reconocidos.

esta zona, pero se considera similar a la zona alta del valle de K'osñipata (provincia de Paucartambo, departamento de Cusco) debido a su cercanía y continuidad montañosa. Moscoso et al. (2003) compararon las especies de orquídeas en un gradiente altitudinal que va desde los 1500 hasta los 3000 m s.m., encontrando una diferenciación a nivel específico y genérico entre las franjas de 1500-2100 m s.m. y 2200-3000 m s.m.

El corotipo *Pasco* comprende la parte alta del departamento de Pasco (sobre los 3000 m s.m.), esta franja altitudinal comprende la cordillera del Yanachaga, la cual se considera una zona inexplorada que contiene especies endémicas como *Chusquea smithii* L. G. Clark (La Torre et al., 2003). Hacia el lado occidental presenta la flora y vegetación circunscrita al nudo de Pasco del que fluyen distintos ríos, siendo los principales el Huallaga, el Marañón y el Mantaro. La flora y vegetación asociada a estos ríos se mantienen como objetivos de conservación (Tovar, 1990; Ferreyra, 1996).

El corotipo *Tacna* comprende casi en su totalidad los departamentos de Moquegua y Tacna, tanto su franja costera como la parte altoandina estaban consideradas dentro de la continuidad de otras unidades biogeográficas reconocidas para el territorio peruano (Cabrera & Willink, 1973; Sarmiento, 1975; Morrone, 2001). Galán de Mera et al. (1997) reconocen la franja costera del departamento de Tacna como una unidad independiente, pero mantienen a Moquegua como una continuidad del departamento de Arequipa (Galán de Mera et al., 2009). Sin embargo, la presencia de un nodo biogeográfico en la zona altoandina de Moquegua y Tacna (Uturbey et al., 2010) la distingue como una unidad biogeográfica independiente. Estudios recientes (Montesinos, 2011; Montesinos et al., 2012) denotan la independencia de la flora y vegetación del departamento de Moquegua, y a su vez

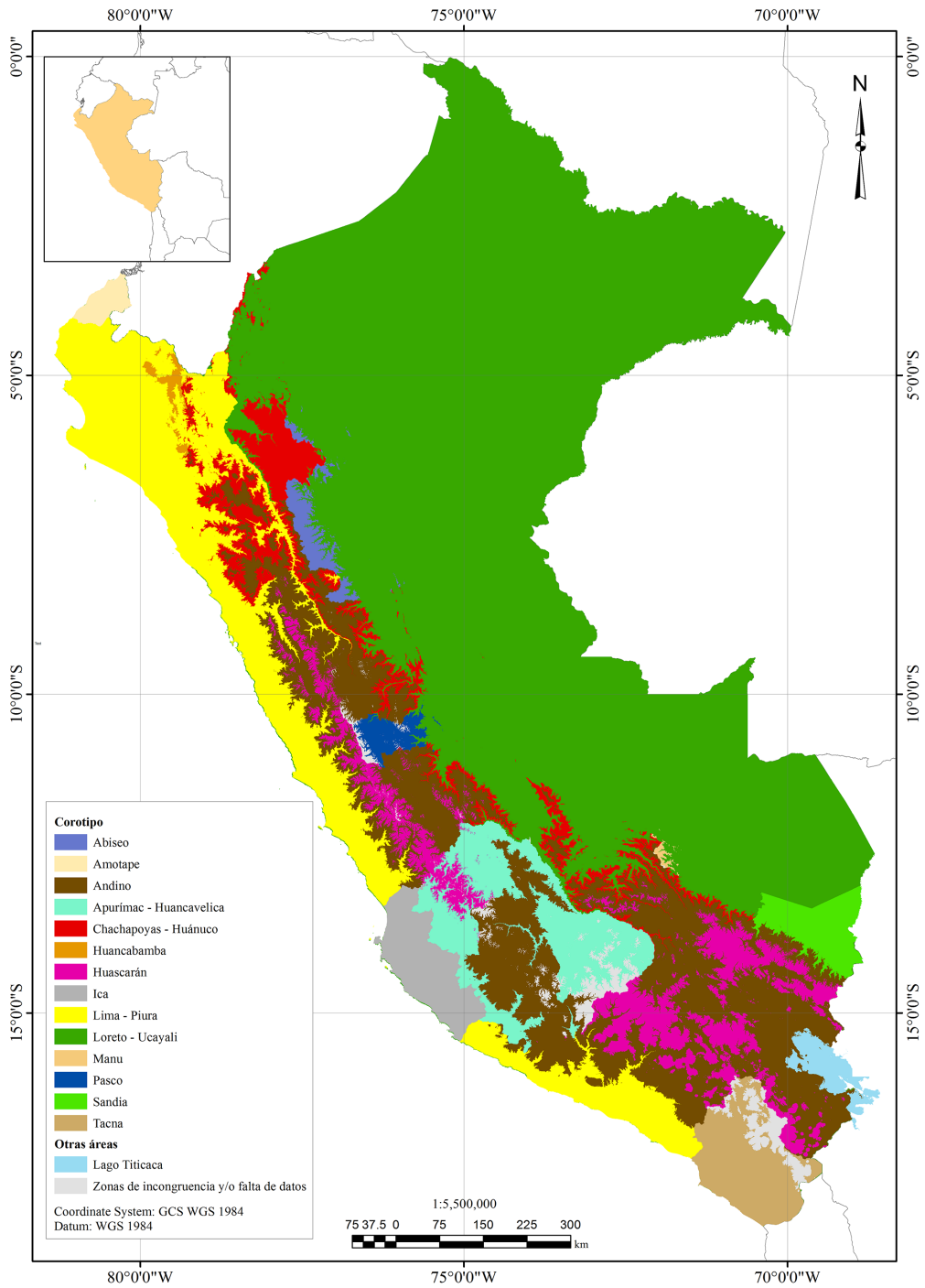


Fig. 4. Mapa de los corotipos preliminares del Perú basado en la distribución de Asteraceae y las zonas de incongruencia y/o falta de datos. Figura en color en la versión en línea <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/553/589>.

reconocen su riqueza y diversidad (Montesinos, 2012; Galiano et al., 2013).

Los corotipos *Loreto-Ucayali* y *Sandia* son corotipos inmersos dentro de la región amazónica o “Selva Baja” (Young & Valencia, 1992), los cuales albergan el ecosistema más estable a escala geológica de América del Sur “Bosque Tropical húmedo” (Pintaud et al, 2008). Debido a esta “macroestabilidad” y a las condiciones favorables al desarrollo de plantas que ofrece, se considera que la Amazonía siempre ha sido cuna de innovación biológica y generadora de biodiversidad (Hooghiemstra, 2002). Gentry (1982) reconoce estas áreas como la región fitogeográfica de Amazonía, ya que las especies que se distribuyen en esta zona pertenecen a centros de diversidad bien diferenciados (Gentry, 1982, 1986), lo cual se ve reflejado en los cambios de composición florística a partir de los 1500 m s.m. (Gentry, 1992).

Se estima que la aparición de la familia Asteraceae es anterior a la época del Paleoceno en el área que hoy corresponde a Sudamérica (Barreda et al., 2012); este acontecimiento respalda el uso de los distintos géneros andinos para analizar la biogeografía evolutiva de la zona de transición sudamericana (Morrone, 2006) y la evolución de su biota (Uturbey et al., 2010).

En el caso de los corotipos que se encuentran en la región amazónica (*Loreto-Ucayali* y *Sandia*), la falta de resolución producto de la escasa presencia de la familia Asteraceae en la zona, no permite elucidar bien sus límites y la relación de los mismos con los corotipos circundantes. Es por ello que se requiere un análisis más profundo que incluya otros grupos taxonómicos mejor representados en la vertiente oriental y la selva baja como Monilophyta y Melastomataceae (Tuomisto & Ruokolainen, 1993; Ruokolainen et al., 1997), Fabaceae, Lauraceae, Rubiaceae, entre otros (Gentry, 1986, 1992) para reconocer sus límites altitudinales y regionales de manera más precisa.

Comparaciones con otras propuestas biogeográficas

Propuesta de Cabrera & Willink (1973). Véase Fig. S1 (Apéndice suplementario en línea).

Esta propuesta presenta una de las visiones más completas del conocimiento biogeográfico de la

flora y fauna de América Latina en esos momentos, representando la diferencia entre las floras amazónicas y andinas de manera congruente con lo expresado en este trabajo. Bajo esta propuesta el Perú presenta seis provincias biogeográficas (provincia Pacífica, provincia del Desierto, provincia Altoandina, provincia Puneña, provincia de las Yungas y provincia Amazónica) y dos dominios (Dominio Amazónico y Dominio Andino-Patagónico).

Existe una correspondencia en la zona oriental y nororiental de Perú con los corotipos propuestos, donde la provincia Amazónica involucra los corotipos de Loreto-Ucayali y Sandia. Los límites altitudinales considerados para la provincia de las Yungas en la vertiente oriental (2000-3500 m s.m. según la latitud) son similares a los propuestos para el corotipo Chachapoyas-Huánuco y el corotipo Manu, por delimitación geográfica los corotipos de Abiseo y Pasco. La provincia Pacífica involucra dos corotipos, el de Amotape (la parte superior que engloba a los cerros de Amotape) y el corotipo Huancabamba que presenta bosques secos estacionales. La provincia del Desierto abarca casi la totalidad el corotipo Lima-Piura, y la totalidad de los corotipos Ica y Tacna. La provincia Altoandina y Puneña comprenden el corotipo Andino, el corotipo Apurímac-Huancavelica y el corotipo Huascarán.

Propuesta de Rivas-Martinez & Tovar (1983). Véase Fig. S2 (Apéndice suplementario en línea).

Esta propuesta presenta una visión muy general de las categorías corológicas que se encuentran en Perú. Bajo esta propuesta el Perú presenta dos subreinos (Andino y Caribeo-Amazónico) y tres regiones (Desierto pacífico, Páramo y Puna) pertenecientes al subreino Andino. La región del Desierto pacífico comprende la totalidad de los corotipos de Lima-Piura, parte del corotipo Ica (inferior a los 2500 m s.m.) y parte del corotipo Tacna (inferior a los 2500 m s.m.). La región Puna ocupa el área correspondiente a los corotipos Andino, Apurímac-Huancavelica, parte norte-centro del corotipo Chachapoyas-Huánuco, y parte norte-centro del corotipo Lima-Piura. El corotipo Páramo contiene a los corotipos Huancabamba y Lima-Piura.

Propuesta de Morrone (2001). Véase Fig. S3 (Apéndice suplementario en línea).

Morrone (2001) presenta una de las visiones más cercanas actualmente del panorama biogeográfico de Perú. Bajo su propuesta, el Perú presenta dos regiones (Andina y Neotropical), con tres subregiones (Amazónica, Caribeña y Páramo-Puneña) y 11 provincias (Tumbes-Piura, Páramo Norandino, Imerí, Madeira, Napo, Pantanal, Varzea, Yungas, Ucayali, Desierto Peruano Costero y Puna). La provincia Tumbes-Piura comprende a los corotipos Amotape, Huancabamba y parte del corotipo Lima-Piura. La provincia del Páramo Norandino comprende los corotipos de Huancabamba (en su mayor extensión), Chachapoyas-Huánuco y Lima-Piura. Las provincias de Imerí, Madeira, Napo, Pantanal, Varzea y Ucayali se circunscriben a los corotipos Loreto-Ucayali y Sandia. La provincia de Yungas circunscribe a los corotipos de Chachapoyas-Huánuco, Manu, Pasco y Abiseo. La provincia de Puna comprende a los corotipos Andino, Apurímac-Huancavelica, Huascarán y parte norte-centro del corotipo Chachapoyas-Huánuco. La provincia del Desierto Peruano Costero circunscribe a los corotipos Lima-Piura, Ica y Tacna.

La provincia Tumbes-Piura fue propuesta sobre la base del trazo individual de *Fuchsia agavecensis*, a partir de la publicación de la distribución geográfica de la especie realizado por Berry (1982). Sin embargo, el taxón sobre el que se basa la propuesta de esa provincia biogeográfica es inexistente, probablemente se refiera a *F. ayavacensis* Kunth, especie válida que se encuentra en el artículo de Berry (1982) sobre el género *Fuchsia*. En la descripción de la distribución de *F. ayavacensis*, Berry (1982) señala que se encuentra en los departamentos de Piura y Cajamarca, mas no en Tumbes, por lo que el sustento de la provincia Tumbes-Piura no es válido. De acuerdo con los resultados arrojados de este trabajo, el área del departamento de Tumbes debe considerarse como una zona independiente (Fig. 2).

Fitogeografía de zonas áridas en América del Sur

Sarmiento (1975) define un mapa de distribución de las formaciones vegetales áridas de América del Sur. En Perú se registran cinco: 1) la costa seca de Ecuador y norte de Perú, 2) los valles secos en los Andes centrales, 3) la vertiente occidental de los Andes en Perú y norte de Chile, 4) la costa del

Pacífico y el desierto de Atacama, y 5) la Puna. Lopez et al. (2006) con datos actualizados proponen un nuevo mapa de la distribución de las formaciones vegetales áridas, en la que el Perú presenta tres regiones: bosques secos estacionales del norte de Perú, desierto costero y los valles secos interandinos del sur de Perú.

Estas formaciones se encuentran representadas en los corotipos aquí propuestos: el corotipo Huancabamba representa los bosques secos estaciones del norte de Perú, el desierto costero está representado por los corotipos Lima-Piura, Ica y Tacna, y los valles secos interandinos del sur están representados por el corotipo Apurímac-Huancavelica. La separación de la flora de formaciones vegetales desérticas en Perú se debe probablemente al cambio ocurrido en la dirección del río Marañón que antiguamente drenaba hacia el océano Pacífico (Albert & Reis, 2011). Por ello, el valle seco del Marañón presenta afinidades con las formaciones de la vertiente occidental, lo cual queda representado por el corotipo Lima-Piura.

Ecorregiones del mundo G200. Véase Fig. S4 (Apéndice suplementario en línea) Bajo la propuesta de ecorregiones del mundo (Olson et al., 2001) el Perú presenta 18 ecorregiones terrestres: Beni savanna (1), Bolivian Yungas (2), Central Andean dry puna (3), Central Andean puna (4), Central Andean wet puna (5), Cordillera Central páramo (6), Eastern Cordillera real montane forests (7), Iquitos varzeá (8), Marañón dry forests (9), Napo moist forests (10), Peruvian Yungas (11), Purus varzeá (12), Sechura Desert (13), Solimões-Japurá moist forests (14), South American Pacific magroves (15), Southwest Amazon moist forests (16), Tumbes-Piura dry forests (17), Ucayali moist forests (18). Las ecorregiones 1, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 se encuentran representadas por el corotipo Loreto-Ucayali. Las ecorregiones 1, 2 y parte de la 11 se encuentran representadas por el corotipo Sandia. La ecorregión 3 se encuentra representada por los corotipos Tacna y Huascarán. La ecorregión 4 se encuentra representada por los corotipos Andino, Apurímac-Huancavelica y Huascarán. La ecorregión 5 se encuentra representada por los corotipos Andino, Apurímac-Huancavelica y Huascarán. La ecorregión 6 se encuentra representada por los corotipos Abiseo, Andino, parte norte-centro del

corotipo Chachapoyas-Huánuco y Huancabamba. La ecorregión 7 se encuentra representada por los corotipos Amotape, Andino, Chachapoyas-Huánuco, Huancabamba, la parte norte del corotipo Lima-Piura y la parte del corotipo Loreto-Ucayali en el departamento de Amazonas. La ecorregión 9 se encuentra representada por los corotipos Chachapoyas-Huánuco, Lima-Piura y Loreto-Ucayali. La ecorregión 11 se encuentra representada por los corotipos Abiseo, Andino, Apurímac-Huancavelica, Chachapoyas-Huánuco, Lima-Piura, Loreto-Ucayali, Pasco y Sandia. La ecorregión 13 se encuentra representada por los corotipos Andino, Apurímac-Huancavelica, Ica, Lima-Piura y Tacna. La ecorregión 15 se encuentra representada por los corotipos Amotape y Lima-Piura. La ecorregión 17 se encuentra representada por el corotipo Amotape y la parte norte del corotipo Lima-Piura.

Se considera que el detalle para las áreas comprendidas por los corotipos Loreto-Ucayali y Sandia responde a un mayor conocimiento de la flora y fauna presentes. Sin embargo, las demás ecorregiones presentan límites muy gruesos como sucede con la ecorregión de Peruvian Yungas. El concepto de Yungas de manera general se considera como parte de los bosques montanos de la vertiente oriental, pero en el esquema G200 ésta llega hasta la vertiente occidental de los Andes. La ecorregión Sechura Desert presenta límites superiores sobre los 2500 m s.m., donde se registran bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes peruanos (Valencia, 1992; Cano & Valencia, 1992), estos se consideran como bosques montanos fragmentados (Young & Valencia, 1992).

Consideraciones finales

No se consideró hacer comparaciones de similitud con Chile debido a que distintos estudios argumentan que, a pesar de las relaciones biogeográficas entre los desiertos de Atacama y de Perú, estas zonas conforman unidades biogeográficas separadas, o se relacionan entre sí en un nivel clasificatorio superior (Luebert, 2011). Entre los antecedentes que indican esta separación, se encuentran Rundel et al. (1991), Galán de Mera et al. (1997), Davis et al. (1997), Dillon (2005), Dillon et al. (2009) y Pinto & Luebert (2009).

Tal como lo señala Urtubey et al. (2010) existe una gran afinidad entre las floras de Argentina,

Bolivia y Perú, lo que determina un nodo biogeográfico en la zona altoandina de los departamentos de Moquegua, Tacna y la cordillera occidental del departamento de Puno. Sin embargo, debido a que esas áreas comprendían zonas de con falta de información, estas comparaciones no se realizaron.

El presente estudio propone una hipótesis clasificatoria de corotipos para el Perú, sobre la base de una de las familias de plantas más importantes en ese país. Sin embargo, es claro que para las zonas altoandinas y costeras la resolución que alcanza esta clasificación es mucho mayor en comparación a la presentada en la vertiente oriental (en cierto rango de elevación) y llanura amazónica (“Selva Baja”). Esta baja resolución responde a la necesidad de un mayor conocimiento de la flora peruana y su distribución.

Cabe mencionar también algunas incongruencias en los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Cajamarca y Huancavelica, que se distribuyen en ambos lados de la cordillera de los Andes peruanos y presentan áreas pertenecientes a la denominada “Selva Baja” en la vertiente oriental y que podrían formar parte del corotipo Loreto-Ucayali. Sin embargo, han sido considerados dentro otros corotipos debido a que comparten la misma franja altitudinal.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a Mario Zunino, quien nos apoyó en la estructuración del estudio y compartió su experiencia y conocimiento sobre la biogeografía histórica y el concepto de corotipo. También a Juan José Morrone y Jorge Llorente quienes amablemente facilitaron bibliografía especializada y se dieron el tiempo de revisar el trabajo de tesis, del cual este manuscrito es parte. Agradecemos a la facultad de Ciencias Biológicas y Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por las facilidades brindadas. Parte del estudio fue financiado por proyectos del CSI-UNMSM.

BIBLIOGRAFÍA

Albert, J. & R. Reis. 2011. *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1525/california/9780520268685.001.0001>

- Aranguren, A.; G. Morillo & M. Fariñas. 2008. Distribución geográfica y clave de las especies del género *Oritrophium* (Kunth) Cuatrec. (Asteraceae). *Acta botánica venezolana* 31(1): 81-106.
- Balleza, J. J.; J. L. Villaseñor & G. Ibarra-Manríquez. 2005. Regionalización biogeográfica de Zacatecas, México, con base en los patrones de distribución de la familia Asteraceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 71-78.
- Barreda, V. D.; L. Palazzesi, L. Katinas, J. V. Crisci, M. C. Tellería, K. Bremer, M. G. Passala, F. Bechis & R. Corsolini. 2012. An extinct Eocene taxon of the daisy family (Asteraceae): evolutionary, ecological and biogeographical implications. *Annals of Botany* 109: 127-134. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcr240>
- Beck, S. G.; P. A. Hernandez, P. M. Jørgensen, L. Paniagua, M. E. Timaná & B. E. Young. 2007. Plantas vasculares, en B. E. Young (ed.), *Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia*, pp. 18-34. Arlington: NatureServe.
- Beltrán, H.; A. Granda, B. León, A. Sagástegui, I. Sanchez & M. Zapata. 2007. Asteraceae endémicas del Perú, en B. León, J. Roque, C. Ulloa, N. Pitman, P. M. Jørgensen & A. Cano (eds.), *El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Revista peruana de biología*, número especial 13(2): 64s-164s.
- Berry, P. E. 1982. The systematics and evolution of *Fuchsia* sect. *Fuchsia* (Onagraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 1-198. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2398789>
- Brack, A. 1986. Ecología de un país complejo, en M. J. Mejía (ed.), *La gran geografía del Perú*, tomo 2, pp. 177-319. Barcelona: Manfer.
- Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas de Perú. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 45: 1-1290.
- Bremer, K.; R. K. Jansen, P. O. Karis, M. Källersjö, S. C. Keeley, K. J. Kim, H. J. Michaels, J. D. Palmer & R. S. Wallace. 1992. A review of the phylogeny and classification of the Asteraceae. *Nordic Journal of Botany* 12: 141-148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-1051.1992.tb01281.x>
- Cabrera, A. L. & A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Serie de biología, monografía n° 13. Washington D. C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Cano, A. & N. Valencia. 1992. Composición florística de los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes peruanos, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), *Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 171-180.
- Cano, A.; W. Mendoza, S. Castillo, M. Morales, M. I. La Torre, H. Aponte, A. Delgado, N. Valencia & N. Vega. 2010. Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú. *Revista peruana de biología* 17(1): 95-103.
- Cano, A.; A. Delgado, W. Mendoza, H. Trinidad, P. Gonzáles, M. I. La Torre, M. Chanco, H. Aponte, J. Roque, N. Valencia & E. Navarro. 2011. Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en los alrededores del abra Apacheta, Ayacucho-Huancavelica (Perú). *Revista peruana de biología* 18(2): 169-178.
- Centro de Datos para la Conservación – CDC. 1996. Las provincias biogeográficas o los grandes paisajes del Perú, en L. Rodríguez (ed.), *Diversidad biológica del Perú*, pp. 143-175. Lima: INRENA-GTZ.
- Crisci, J. V.; L. Katinas & P. Posadas. 2003. *Historical biogeography: an introduction*. Cambridge-Massachusetts-London: Harvard University Press.
- Crozat, L. 1958. *Panbiogeography or an introductory synthesis of zoogeography, phytogeography, geology; with notes on evolution, systematics, ecology, anthropology, etc.* Caracas: inédito.
- Crozat, L. 1964. *Space, time, form: the biological synthesis*. Caracas: inédito.
- Davis, S. D.; V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. Hamilton. 1997. *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Volume 3: The Americas. Cambridge: IUCN Publications Unit; <http://botany.si.edu/projects/cpd/>
- Dillon, M. O. 1980. Introduction to family. Family Compositae: Part I. *Fieldiana Botany* 5: 1-21.
- Dillon, M. O. 2005. The Solanaceae of the lomas formations of coastal Peru and Chile. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 104: 131-155.
- Dillon, M. O. 2006. Nuevos registros de Asteraceae para la flora del Perú. *Arnaldoa* 13(2): 314-317.
- Dillon, M. & M. Zapata. 2004. Systematics of *Paranephelis* Poepp. & Endl. (Liabeae- Asteraceae): A case study in high-elevation speciation; disponible en línea [http://www.sacha.org/Peru_Asteraceae/Paranephelis_\(web\).htm](http://www.sacha.org/Peru_Asteraceae/Paranephelis_(web).htm)
- Dillon, M. O.; T. Y. Tu, L. Xie, V. Quipuscoa-Silvestre & J. Wen. 2009. Biogeographic diversification in *Nolana* (Solanaceae), a ubiquitous member of the Atacama and Peruvian deserts along the western coast of South America. *Journal of Systematics and Evolution* 47(5): 457-476. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1759-6831.2009.00040.x>
- Ferreira, R. 1996. *Comunidades vegetales de la cuenca superior de los ríos Marañón, Huallaga y Ucayali*. Documento técnico N° 27. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Fjeldsá, J. 1991. The activity of birds during snow-storms in high-level woodlands in Peru. *Bulletin of the British Ornithological Club* 111: 4-11.

- Fjeldsá, J. 1992. Un análisis biogeográfico de la avifauna de los bosques de queñoa (*Polylepis*) de los Andes y su relevancia para establecer prioridades de conservación, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 207-221.
- Funk, V. A.; H. E. Robinson, G. S. Mckee & J. F. Pruski. 1995. Neotropical Montane Compositae with an emphasis on the Andes, en S. P. Churchill, H. Baslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*, pp. 451-471. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. New York: The New York Botanical Garden.
- Funk V. A.; R. J. Bayer, S. Keeley, R. Chan, L. Watson, B. Gemeinholzer, E. Schilling, J. L. Panero, B. G. Baldwin, N. García-Jacas, A. Susanna & R. K. Jansen. 2005. Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter* 55: 343-374.
- Funk, V. A., A. Susanna, T. Stuessy & R. Bayer. 2009. *Systematics, evolution, and biogeography of the Compositae*. Vienna: International Association for Plant Taxonomy.
- Galán de Mera, A.; J. Vicente & J. Lucas. 1997. Phytogeographical sectoring of the peruvian coast. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 349-367. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2997336>
- Galán de Mera, A.; E. Linares Perea, J. Campos de la Cruz & J. A. Vicente Orellana. 2009. Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú. Del Desierto Pacífico al Altiplano. *Acta Botanica Malacitana* 34: 107-144.
- Galiano, W. H.; D. B. Montesinos & M. P. Núñez. 2013. Adiciones a la flora del sur del Perú: 2004-2011. *El Antoniano* 122: 175-184.
- Ghalambor, C. K.; R. B. Huey, P. R. Martin, J. J. Tewsbury & G. Wang. 2006. Are mountain passes higher in the tropics? Janzen's hypothesis revisited. *Integrative and Comparative Biology* 46: 5-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icj003>
- Gentry, A. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations or an accident in the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2399084>
- Gentry, A. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicancias para el desarrollo de la Amazonia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 16(61): 101-116.
- Gentry, A. 1992. Diversity and floristic composition of Andean forests of Perú and adjacent countries: implications for their conservation, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 105-118.
- Halfiter, G. 1962 Explicación preliminar de la distribución geográfica de los Scarabaeidae mexicanos. *Acta zoológica mexicana* 5: 1-17.
- Halfiter, G. 1974. Eléments anciens de l'entomofaune Neotropical: ses implications biogéographiques. *Quaestiones Entomologicae* 10: 223-262.
- Henderson A.; S.P. Churchill & J.L. Luteyn. 1991. Neotropical plant diversity. *Nature* 351: 21-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/351021e0>
- Hooghiemstra, H. 2002. The dynamic rainforest ecosystem on geological, quaternary and human time scales, en P. Verweij (ed.), Understanding and capturing the multiple values of tropical forest. *Proceedings of the international seminar on valuation and innovative financing mechanism in support of conservation and sustainable management of tropical forests*, pp. 107-117. Wageningen: Tropenbos International.
- Humphries, C. J.; P. H. Williams & R. I. Vane-Wright. 1995. Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 93-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.26.110195.000521>
- IPNI, The International Plant Names Index. 2014. Published on the Internet <http://www.ipni.org> [consulta 2014].
- Janzen, D. H. 1967. Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist* 101 (919): 233-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/282487>
- Jørgensen, P.; C. Ulloa & C. Maldonado. 2006. Riqueza de plantas vasculares, en M. Moraes, B. Øllgard, L. P. Kvist, L. Borchsenius & H. Baslev. (eds.), *Botánica económica de los Andes centrales*, pp. 37-56. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Jørgensen, P. M.; C. Ulloa Ulloa, B. León, S. León-Yáñez, S. G. Beck, M. Nee, J. L. Zarucchi, M. Celis, R. Bernal & R. Gradstein. 2011. Regional patterns of vascular plant diversity and endemism, en S. K. Herzog, R. Martínez, P. M. Jørgensen & H. Tiessen (eds.), *Climate change and biodiversity in the Tropical Andes*, pp. 192-203. Paris: Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Katinas, L.; J. J. Morrone & J. V. Crisci. 1999. Track analysis reveals the composite nature of the Andean biota. *Australian Journal of Botany* 47: 111-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/BT97049>
- Katinas, L.; J. V. Crisci, M. C. Telleria, V. Barreda & L. Palazzesi. 2007. Early history of Asteraceae in Patago-

- nia: evidence from fossil pollen grains. *New Zealand Journal of Botany* 45: 605-610. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00288250709509742>
- Keil, D. 2002. Two new species of *Pectis* (Asteraceae: Tageteae) from South America. *Novon* 12: 471-473. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3393123>
- Kessler, M. 2002. The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *Journal of Biogeography* 29: 1159-1166. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00773.x>
- Killeen, T. J.; M. Douglas, T. Consiglio, P. M. Jørgensen & J. Mejia. 2007. Dry spots and wet spots in the Andean hotspot. *Journal of Biogeography* 34: 1357-1373. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01682.x>
- Knapp, S. 2002. Assessing patterns of plant endemism in Neotropical uplands. *The Botanical Review* 68(1): 22-37. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0022:APOPEI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0022:APOPEI]2.0.CO;2)
- Kron, K. A. & J. L. Luteyn. 2005. Origin and biogeographic patterns in Ericaceae: New insight from recent phylogenetic analyses, en I. Friis & H. Balslev (eds.), *Plant diversity and complexity pattern: Local, regional and global dimensions*, pp. 479-500. Biol. Skrifter 55. Copenhagen: Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab.
- La Greca, M. 1964. Le categorie corologiche degli elementi faunistici italiani. *Memorie della società entomologica italiana* 48: 147-165.
- La Torre, M. I.; A. Cano & O. Tovar. 2003. Las poáceas del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén, Oxapampa, Pasco, Perú. Parte I: Bambusoideae. *Revista peruana de biología* 10(2): 145-154.
- Leimbeck, R. M.; R. Valencia & H. Balslev. 2004. Landscape diversity and endemism of Araceae in Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 13: 1755-1779. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/B:BIOC.0000029332.91351.7a>
- Linares-Palomino, R. 2006. Phytogeography and floristics of seasonally dry forests in Peru, en R. T. Pennington, G. P. Lewis & J. A. Ratter (eds.), *Neotropical savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation*, pp. 257-279. Boca Raton: CRC.
- Leo, M. & M. Romo. 1992. Distribución altitudinal de roedores Sigmodontinos (Cricetidae) en el Parque Nacional Rio Abiseo, San Martín, Perú, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), *Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 105-118.
- León, B. & N. Valencia. 1988. Pteridophytes of Zarate, a forest on the western side of the Peruvian Andes. *Fern Gazette* 13: 217-224.
- López, R. L.; D. Larrea-Alcázar & M. J. Macía. 2006. The arid and dry plant formations of south America and their floristic connections: new data, new interpretation? *Darwiniana* 44(1): 18-31.
- Lopez, W. & A. Duque. 2010. Tasas de recambio florístico de géneros en bosques montanos del neotrópico. *Caldasia* 32(1): 175-189.
- Luebert, F. 2011. Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama. *Revista de geografía del Norte Grande* 50: 105-133.
- Luteyn, J. L. 2002. Diversity, adaptation, and endemism in neotropical Ericaceae: biogeographical patterns in the Vaccinieae. *The Botanical Review* 68(1): 55-87. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0055:DAEIN\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0055:DAEIN]2.0.CO;2)
- Majluf, P. 2002. *Los ecosistemas marinos y costeros*. Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de cooperación técnica no reembolsable. ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Lima: inédito; disponible en línea <http://www.comunidadandina.org/desarrollo/te2.PDF>
- Mares, M. A. 1992. Neotropical mammals and the myth of Amazonian biodiversity. *Science* 255: 976-979. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.255.5047.976>
- Mendoza, W. & A. Cano. 2011. Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista peruana de biología* 18(2): 197-200.
- Montesinos, D. B. 2011. Diversidad florística de la cuenca alta del río Tambo-Ichuña, Moquegua, Perú. *Revista peruana de biología* 18(1): 119-132.
- Montesinos, D. B. 2012. Lista anotada de nuevas adiciones para la flora andina de Moquegua, Perú. *Revista peruana de biología* 19(3): 303-312.
- Montesinos, D. B.; A. M. Cleef & K. V. Sykora. 2012. Andean shrublands of Moquegua, South Peru: Prepuna plant Communities. *Phytocoenologia* 42(1): 29-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0340-269X/2012/0042-0516>
- Morrone, J. J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza: Manuales & Tesis SEA.
- Morrone, J. J. 2004a. La zona de transición sudamericana: Caracterización y relevancia evolutiva. *Acta entomológica chilena* 28: 41-50.
- Morrone, J. J. 2004b. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista brasileira de entomología* 48: 149-162.
- Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands, based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51: 467-494. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130447>

- Moscoso, D.; N. Salinas & W. Nauray. 2003. Orquídeas del valle de Cosñipata, Parte Alta de la Reserva de Biósfera del Manu, Cusco – Perú. *Lyonia* 3(2): 283-290.
- Müller, J. 2006. Systematics of *Baccharis* (Compositae: Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. *Systematic Botany Monographs* 76: 1-341.
- Müller, J. 2007. A new subspecies of *Baccharis salicifolia* (Compositae-Astereae) from Peru. *Nordic Journal of Botany* 25: 96-98. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.0107-055X.2007.00038_19.x
- Murguía, M. & F. Rojas. 2001. Biogeografía cuantitativa, en J. Llorente & J. J. Morrone (eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*, pp. 39-47. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Oakley, L. & D. Prado. 2011. El dominio de los bosques secos estacionales neotropicales y la presencia del arco Pleistocénico en la República del Paraguay. *Rojasiana* 10(1): 55-75.
- Olson, D. M.; E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, J. F. Lamoreux, T. H. Ricketts, I. Itoua, W. W. Wetzel, Y. Kura, P. Hedao & K. Kassem. 2001. Terrestrial eco-regions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience* 51(11): 933-938. DOI: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Pacheco, V. & B. Patterson. 1992. Systematics and biogeographic analyses of four species of *Sturnira* (Chiroptera: Phyllostomidae) with emphasis on Peruvian forms, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), *Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 57-81.
- Pacheco, V.; R. Cadenillas, E. Salas, C. Tello & H. Zeballos. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos en el Perú. *Revista peruana de biología* 16(1): 5-32.
- Pintaud, J. C.; G. Galeano, H. Balslev, R. Bernal, F. Borchsenius, E. Ferreira, J. J. De Granville, K. Mejía, B. Millán, M. Moraes, L. Noblick, F. W. Stauffer & F. Kahn. 2008. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista peruana de biología* 15: 7-30.
- Pinto, R. & F. Luebert. 2009. Datos sobre la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá, Chile, y sus relaciones fitogeográficas con el sur de Perú. *Gayana Botánica* 66(1): 28-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432009000100004>
- Prado, D. E. & P. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forest of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902-927. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2399937>
- Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographical unit. *Edinburgh Journal Botany* 57: 437-461. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S096042860000041X>
- Proches, S. 2005. The world's biogeographical regions: cluster analysis based on bat distributions. *Journal of Biogeography* 32: 607-614. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01186.x>
- Rivas-Martínez, S. & O. Tovar. 1983. Síntesis biogeográfica de los Andes. *Collectanea Botanica* 15: 515-521.
- Rodríguez, E.; R. Vasquez, R. Rojas, G. Catalayud, B. León & J. Campos. 2006. Nuevas adiciones de angiospermas a la flora del Perú. *Revista peruana de biología* 13(1): 129-138.
- Rundel, P. W.; M. O. Dillon, B. Palma, H. Mooney, S. L. Gulmon & J. R. Ehleringer. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13(1): 1-50.
- Ruokolainen, K.; A. Linna & H. Tuomisto. 1997. Use of Melastomataceae and Pteridophytes for revealing phytogeographical patterns in Amazonian rain forests. *Journal Tropical Ecology* 13: 243-256. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400010439>
- Sagástegui, A. & E. Rodríguez. 2008. Una nueva especie de *Ophryosporus* (Eupatorieae: Asteraceae) para el Perú. *Revista peruana de biología* 15(1): 21-23.
- Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2: 233-251. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3037998>
- Soejima, A.; J. Wen, M. Zapata & M. O. Dillon. 2008. Phylogeny and putative hybridization in the subtribe Paranepheleinae (Liabeae, Asteraceae), implications for classification, biogeography, and Andean orogeny. *Journal of Systematics and Evolution* 46(3): 375-390.
- Stott, P. 1981. *Historical Plant Geography*. London: Harper Collins Publishers Ltd.
- Stotz, D. F.; J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III & D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2014 <<http://www.tropicos.org>>.
- Tovar, O. 1990. *Tipos de vegetación, diversidad florística y estado de conservación de la cuenca del Mantaro*. Centro de Datos para la Conservación. La Molina, Lima: Universidad Nacional Agraria.
- Tuomisto, H. & K. Ruokolainen. 1993. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 5(1): 25-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3235634>
- Ulloa Ulloa, C.; J. Zarucchi & B. León. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. *Arnaldo*, edición especial: 25-45.
- Urbey, E.; T. F. Stuessy, K. Tremetsberger & J. J. Morrone.

2010. The South American biogeographic transition zone: An analysis from Asteraceae. *Taxon* 59(2): 505-509.
- Van der Werff, H. & T. Consiglio. 2004. Distribution and conservation significance of endemic species of flowering plants in Peru. *Biodiversity and Conservation* 13: 1699-1713. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/B:BIOC.0000029334.69717.f0>
- Valencia, N. 1992. Los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes peruanos, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 57-81.
- Vigna-Taglianti, A.; P. A. Audisio, C. Belfiore, M. Biondi, M. A. Bologna, G. M. Carpaneto, A. De Biase, S. De Felici, E. Piattella, T. Racheli, M. Zapparoli & S. Zoia. 1992. Riflessione di gruppo sui corotipi fondamentali della fauna W-paleartica ed in particolare italiana. *Biogeographia* 16: 159-179
- Villarreal, J. Á.; J. Valdés & J. L. Villaseñor. 1996. Corología de las Asteraceae de Coahuila, México. *Acta botánica mexicana* 36: 29-42.
- Villaseñor, J. L.; P. Maeda, J. J. Colín-López & E. Ortiz. 2004. Estimación de la riqueza de especies de Asteraceae mediante extrapolación a partir de datos de presencia-ausencia. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76: 5-18.
- Viloria, A. 2003. Historical biogeography and the origins of the Satyrine butterflies of the tropical Andes (Lepidoptera: Rhopalocera), en J. J. Morrone & J. Llorente-Bousquets (eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*, pp. 247-261. México, D.F.: Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Weberbauer, A. 1945. *El mundo vegetal de los Andes peruanos. Estudio fitogeográfico*. Lima: Estación experimental de La Molina, Dirección de Agricultura, Ministerio de Agricultura.
- Weigend, M. 2002. Observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru. *The Botanical Review* 68(1): 38-54. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/006-8101\(2002\)068\[0038:OOTBOT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/006-8101(2002)068[0038:OOTBOT]2.0.CO;2)
- Weigend, M. 2004. Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru: Defining the South-Eastern limits. *Revista peruana de biología* 11(2): 127-134.
- Young, K. R. & B. León. 1991. Diversity, ecology, and distribution of high-elevation Pteridophytes within Rio Abiseo National Park, north-central Peru. *Fern Gazette* 16: 25-39.
- Young, K. R. 1992. Biogeography of the montane forest zone of the eastern slopes of Peru, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 119-140.
- Young, K. R. & N. Valencia. 1992. Los bosques montanos del Perú, en K. R. Young & N. Valencia (eds.), Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 21: 5-9.
- Young, K. R.; C. Ulloa Ulloa, J. L. Luteyn & S. Knapp. 2002. Plant evolution and endemism in Andean South America; An introduction. *The Botanical Review* 68(1): 4-21. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0004:PEAEIA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0004:PEAEIA]2.0.CO;2)
- Zunino, M. & A. Zullini. 2003. *Biogeografía: La dimensión espacial de la evolución*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.