

**REVISTA
PERUANA DE
BIOLOGÍA**

Revista Peruana de Biología

ISSN: 1561-0837

Iromeroc@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San

Marcos

Perú

Jimenez-Vasquez, Victor; León, Blanca; Ramírez, Rina; Cuevas-Figueroa, Xochitl
Análisis morfológico comparativo de las estructuras reproductivas masculinas de los
géneros Orthopterygium y Amphiptyerygium (Anacardiaceae)

Revista Peruana de Biología, vol. 24, núm. 2, 2017, pp. 199-204

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195052415011>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

TRABAJOS ORIGINALES

Análisis morfológico comparativo de las estructuras reproductivas masculinas de los géneros *Orthopterygium* y *Amphiptyergium* (Anacardiaceae)

Comparative morphological analysis of male reproductive structures of *Orthopterygium* and *Amphiptyergium* genera, (Anacardiaceae)

Victor Jimenez-Vasquez¹, Blanca León², Rina Ramírez¹ y Xochitl Cuevas-Figueroa³

1. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Sistematica Molecular y Filogeografía. Lima, Perú.

2. Plant Resources Center. The University of Texas at Austin. Texas, USA.

3. Educación Superior Marista A.C. Jalisco, México.

Email Victor Jimenez-Vasquez: vr.jimenez.vs@gmail.com

Email Blanca León: leon@austin.utexas.edu

Email Rina Ramírez: rramirezm@unmsm.edu.pe

Email Xochitl Cuevas-Figueroa: xochitlcuevas@hotmail.com

Resumen

Se presenta una descripción detallada de la inflorescencia y flor masculina del género *Orthopterygium* (A. Gray) Hemsl. en comparación con su género hermano *Amphiptyergium* Standl., ambos anteriormente ubicados en la familia Julianiaceae, con la finalidad de corroborar sus estatus taxonómicos. Se incluyen todas las especies de ambos géneros, *O. huacuui*, *A. molle*, *A. adstringens*, *A. simplicifolium* y *A. glaucum*. Se realizaron medidas de las piezas florales (longitud de la flor, longitud y número de sépalos, longitud de las anteras y longitud de los filamentos) así como la longitud de la inflorescencia, éstas fueron sometidas a un análisis de componentes principales. Las estructuras diferenciales más significativas entre ambos géneros corresponden a la longitud y número de sépalos. Esta observación soporta y corrobora los resultados ya reportados por otros autores y constituye el primer avance en el establecimiento del actual estatus taxonómico de *Orthopterygium*, se sostiene por tanto la consideración de ambos géneros como entidades independientes.

Palabras clave: Anacardiaceae, estructuras florales masculinas, análisis de componentes principales, *Orthopterygium*, *Amphiptyergium*, sépalos.

Abstract

We present a descriptive study on the male inflorescence and flowers of the genus *Orthopterygium* (A. Gray) Hemsl. in comparison with their sister genus *Amphiptyergium* Standl., formerly recognized as Julianiaceae, with the aim of corroborate their current taxonomic status. We included all species of both genera *O. huacuui*, *A. adstringens*, *A. molle*, *A. simplicifolium* and *A. glaucum*. We measured floral pieces (flower length, sepal length, anther length and filament length) and inflorescence. These data were compared in a principal component analysis. Sepals length and sepals number are the most significant discriminant characters between both genera. This work supports and corroborates the results obtained by other authors and comprises the first initiative on the evaluation of the actual taxonomic status of *Orthopterygium* and establishes the distinction of both genera as independent entities.

Keywords: Anacardiaceae; Male floral structures; principal component analysis; Orthopterygium; Amphiptyergium; Sepals.

Citación:

Jiménez V., B. León, R. Ramírez y X. Cuevas-Figueroa. 2017. Análisis morfológico comparativo de las estructuras reproductivas masculinas de los géneros *Orthopterygium* y *Amphiptyergium* (Anacardiaceae). Revista peruana de biología 24(2): 199 - 204 (Julio 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i2.13496>

Fuentes de financiamiento: Alice F & M. Tryon; UNMSM VRI-CSI N° 111001025 Convenio N°70-2009-APECO-Cl.

Presentado: 25/11/2016
Aceptado: 25/02/2017
Publicado online: 15/07/2017

Información sobre los autores:

Información sobre los autores: VJ-V: idea principal del trabajo, colecta y análisis de datos; BL: análisis de datos; RR: análisis de datos; XC-F: colecta y análisis de datos; VJ, BL, RR, XC-F: elaboraron, revisaron y aprobaron el manuscrito.

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Permisos de colecta:

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Agricultura y Riego - permiso de recolección No. 012-2009-AG-DGFF-DGEFFS.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Dentro de la familia Anacardiaceae se encuentran dos géneros hermanos de distribución disyunta, porte leñoso, dioicos, hojas resinosas y caducifolias que por muchos años fueron considerados dentro de la familia Julianiaceae. Los géneros son *Amphiptyerygium* Standley, con cuatro especies, presente desde México hasta Costa Rica y *Orthopterygium* (A. Gray) Hemsley, endémico de las zonas áridas de la vertiente occidental de Perú (León et al. 2007). El género *Amphiptyerygium* cuenta con cuatro especies: *Amphiptyerygium molle* (Hemsl.) Hemsl. & Rose, *A. adstringens* (Schltdl.) Standl., *A. simplicifolium* (Standl.) Cuevas-Figueroa y *A. glaucum* (Hemsl. & Rose) Hemsl. & Rose. Este género tiene un importante papel florístico en México, dado que es un elemento característico del bosque tropical caducifolio (Alcocer 1907; Rzedowski 1981). Asimismo, es de gran valor en la medicina tradicional mexicana (Argueta 1994). El género *Orthopterygium* cuenta solo con la especie *Orthopterygium huaucui* (A. Gray) Hemsley cuya distribución está limitada latitudinalmente entre los 11° y 14° S y altitudinalmente entre 800 y 2000 msnm (Hemsley 1907, 1908; Weberbauer 1945).

La principal diferencia entre estos dos géneros radica en sus estructuras reproductoras femeninas: la forma de la infrutescencia y la peculiar inflorescencia címosa compuesta por cuatro flores en *Amphiptyerygium* y tres en *Orthopterygium*. Pese a que se han reportado diferencias mínimas en cuanto a la inflorescencia masculina de ambos géneros (Hemsley 1908), hasta el momento no se ha realizado un estudio comparativo morfométrico de sus estructuras.

La primera especie fue descrita por Schlechtendal (1843a) con el nombre de *Hypopterygium adstringens*, pero *Hypopterygium* resultó un nombre ilegítimo pues ya se había asignado anteriormente a un género de musgos y fue el mismo Schlechtendal (1843b) quien realizó el cambio por *Juliania*, sin embargo, no pudo ubicar el taxón en alguna familia y lo relacionó con Sapindaceae, Cupuliferae y Terebinaceae. En 1903, Hemsley y Rose realizaron la “*Diagnoses specierum generis Juliania*” incluyendo cinco especies: *Juliania adstringens* (Schltdl.) Schltdl., *J. mollis* Hemsl., *J. huaucui* A. Gray, *J. amplifolia* Hemsl. & Rose y *J. glauca* Hemsl. & Rose. Posteriormente Hemsley (1908) propuso dos géneros, *Juliania* de México y *Orthopterygium* de Perú. Fue en 1923 que Standley cambió el nombre del género *Juliania* por *Amphiptyerygium* donde incluyó las especies *A. molle*, *A. amplifolium*, *A. glaucum* y *A. adstringens* y agregó la subespecie *A. adstringens* subsp. *simplicifolium* Standl. En 2001 se realizó un estudio de la familia Julianiaceae para el estado de Jalisco, México en el cual se consideró *Amphiptyerygium amplifolium* (Hemsl. & Rose) Hemsl. & Rose como sinónimo de *A. molle* (Cuevas-Figueroa, 2001) y ulteriormente se generó una revisión del género *Amphiptyerygium* en la cual *A. adstringens* subsp. *simplicifolium* es elevada a rango de especie como *A. simplicifolium* (Standl.) Cuevas-Figueroa (Cuevas-Figueroa 2005).

Orthopterygium mantuvo únicamente una especie, *O. huaucui* que fue reconocida por Asa Gray (1854) a mediados del siglo XIX de un ejemplar incompleto colectado en la provincia de Canta (departamento de Lima) por la expedición Wilkes. Este autor la describió como *Juliania huaucui*, género al que asignó también a las especies que actualmente conforman *Amphiptyerygium*. Medio siglo más tarde, William Hemsley (1907) produjo el actual cambio nomenclatural para este género, en base a material más completo.

Desde aquella fecha no se conoce de algún estudio que haya incluido individuos de otras localidades, por lo que su estatus taxonómico podría ser limitado. La cercanía morfológica entre *Amphiptyerygium* y *Orthopterygium* puede generar confusiones sobre su clasificación, por lo que se requiere de un análisis más detallado de las especies que los conforman, tales estudios permitirían esbozar sus relaciones evolutivas (Pell 2004, Jiménez 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial discriminatorio de las estructuras florales masculinas entre los géneros *Amphiptyerygium* y *Orthopterygium* mediante un análisis morfométrico con la finalidad de soportar la consideración de ambos géneros como dos entidades taxonómicas independientes.

Material y métodos

Localidades de colecta e individuos estudiados.- Se obtuvieron cuatro inflorescencias masculinas maduras de *O. huaucui* de cuatro individuos distintos en las localidades de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica (13°27'35" S, 75°28'19.8" W) a 1760 m de altitud y Nazca, Ica (14°51'5.7" S, 74°51'20" W) a 1400 m de altitud. La primera localidad corresponde a una ladera rocosa característica de la vertiente occidental, con la presencia de cactus columnares. La segunda localidad corresponde a una gran duna de arena conocida como Cerro Blanco, en esta se obtuvieron 7 inflorescencias de siete individuos distintos. De cada inflorescencia se extrajo indistintamente una flor terminal dehiscentes. Se colectaron, además en ambas localidades, ramas terminales desnudas de ca. 18 cm con brotes de inflorescencias y fueron cuidadosamente transportadas en papel toalla y envases de cartón. Siguiendo observaciones previas (León et al. 1997) las ramas fueron colocadas en envases plásticos con agua para inducir el desarrollo de hojas y eventualmente flores. En ambos casos, las inflorescencias fueron almacenadas en alcohol de 70°.

Los individuos colectados fueron depositados en el Herbario San Marcos (USM) del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. No se incluyeron especímenes herborizados debido a la fragilidad generada por los años de almacenamiento y a la escasez de flores masculinas. Fueron analizadas, por tanto, once flores de *Orthopterygium*, cuatro de Castrovirreyna (T) y siete de Nazca (N). Las muestras de las especies de *Amphiptyerygium* fueron obtenidas de material herborizado con el mismo procedimiento que *Orthopterygium* y conservado en el Herbario IBUG de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México; se revisaron ejemplares de *A. molle* de nueve localidades, cuatro de *A. glaucum*, once de *A. adstringens* y cuatro de *A. simplicifolium*. Las flores dehiscentes fueron seleccionadas de inflorescencias maduras que ya contaban con todas las flores en antesis. De cada una de ellas se extrajo, al igual que en *Orthopterygium*, una flor terminal.

Tratamiento de imágenes.- La observación de las inflorescencias se realizó con la ayuda de un estereoscopio (Leica EZ4) y las tinciones de las piezas florales fueron hechas con safranina. Las flores fueron fotografiadas sobre una lámina portaobjetos con escala milimétrica con una cámara digital (Olympus VR-320 de 14 megapíxeles) y las imágenes fueron analizadas con el programa *Image J* versión 1.49k para la obtención de medidas en milímetros. Las medidas se detallan a continuación: longitud total de la inflorescencia, tomada desde la base del raquis hasta la flor terminal (IM), longitud total de la flor, tomada desde la

Tabla 1. Medida de las piezas florales masculinas de *Orthopterygium huaucui* y *Amphiptyrgum*, se muestran los valores extremos y el promedio entre paréntesis. IM, longitud de la inflorescencia masculina; LFM, longitud de la flor masculina; NS, número de sépalos; S, longitud de los sépalos; F, longitud del filamento; A, longitud de las anteras.

Especie	IM (mm)	LFM (mm)	NS	S (mm)	F (mm)	A (mm)
<i>A. simplicifolium</i> n=4	20 – 113 (62)	1.5 – 6 (3.22)	6 a 8	1.2 – 1.5(1.34)	0.2 – 0.7 (0.4)	0.8 – 0.9 (0.84)
<i>A. adstringens</i> n=11	48 – 115 (78)	2 – 5.5 (3.3)	6 a 8	1.2 – 1.8 (1.5)	0.2 – 0.4 (0.29)	0.7 – 1.2 (0.94)
<i>A. glaucum</i> n=4	30 – 100 (58.4)	1.8 – 4 (3.22)	6 a 8	1.2 – 1.5 (1.48)	0.1 – 0.5 (0.37)	0.75 – 1 (0.84)
<i>A. molle</i> n=9	82 – 205 (132.7)	2 – 4.5 (3.38)	6 a 9	1.5 – 2 (1.77)	0.15 – 0.3 (0.27)	0.9 – 1.4 (1.09)
<i>O. huaucui</i> n=11	60 – 87 (76.8)	1.7 – 2.5 (2.14)	3 a 5	0.83 – 1.28(1.12)	0.48 – 1(0.75)	0.68 – 1 (0.91)

base del pedúnculo hasta el ápice de la antera media (LFM), longitud de cada sépalo (S), número de sépalos (NS), longitud de cada filamento (F), longitud de cada antera (A), ver Figura 1.

Análisis de Componentes Principales.- Los valores con los que se trabajó para las variables NS, F, LFM y A correspondieron a promedios por flor. Con las medidas obtenidas se realizó un análisis de componentes principales (ACP), para ello se empleó el programa R (R CoreTeam). Inicialmente, los datos fueron sometidos a un test de correlación lineal con el mismo programa ya especificado y se consideró un valor límite de 0.8 para el coeficiente de correlación de Pearson, asimismo se evaluó la significancia de estos cálculos con un $p < 0.05$; los datos fueron posteriormente normalizados mediante el cálculo de sus logaritmos naturales con la finalidad de que todas las variables presenten la misma desviación estándar y con ello evitar que algunas de ellas contribuyan al análisis con ponderaciones o pesos distintos (Kucharczyk et al. 2012).

Resultados

Características de las flores e inflorescencias de *Orthopterygium*.- En ambas localidades de colecta de *O. huaucui* se registraron tamaños poblacionales y estadios fenológicos

distintos. Mientras que en Huancavelica se registró, a lo largo de aproximadamente 2 km, un número grande de individuos en estadio vegetativo y espaciados aproximadamente 3 metros en cada dirección, con abundantes hojas y en su mayor parte sin flores (solo cuatro individuos masculinos con flores en una hectárea). La población de Nazca estuvo conformada casi en su totalidad por individuos en estadio reproductivo, es decir sin hojas y con flores de ambos sexos, por esto se colectó un mayor número de flores en ella. Las ramas de *Orthopterygium huaucui* que fueron sumergidas parcialmente desarrollaron flores masculinas en el transcurso de una semana. Las inflorescencias paniculáceas axilares presentan de 3 a 4 órdenes de ramificación; péndulas con ejes pubescentes rojizos, los ejes terminales con cuatro o cinco flores en una cima con una bráctea basal. Flores actinomorfas, apétalas con tres a siete piezas, usualmente isostemonas, sépalos y estambres alternos. Los estambres más largos que los sépalos, y filamentos tan largos como las anteras. Anteras basifijas, ditécicas, con pilosidad sobre todo distal, deshiscencia longitudinal. Los sépalos pilosos ligeramente connatos en la base, lacinados, con vena media evidente. Las medidas y comparaciones con el género *Amphiptyrgum* se resumen en la Tabla 1 (ver Fig. 1).

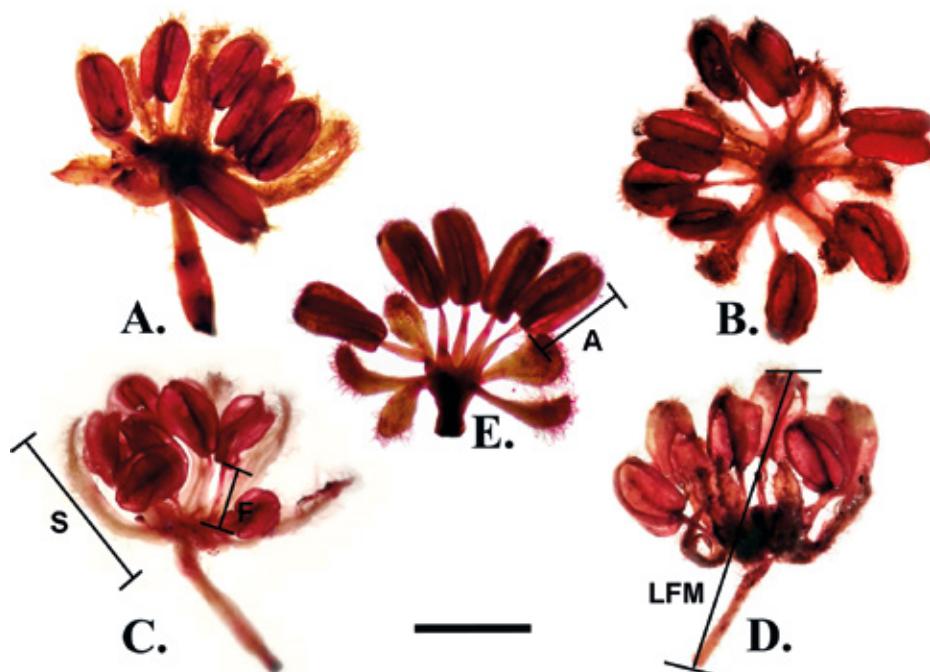


Figura 1. Flores masculinas de las cuatro especies de *Amphiptyrgum* y *Orthopterygium huaucui*. Tinción con safranina.

La barra corresponde a una longitud de 1mm.

- A, *Amphiptyrgum glaucum*.
- B, *Amphiptyrgum adstringens*.
- C, *Amphiptyrgum molle*.
- D, *Amphiptyrgum simplicifolium*.
- E, *Orthopterygium huaucui*.

Se esquematizan las medidas realizadas.

Diferencias cuantitativas entre *Orthopterygium* y *Amphiptygium*.- En cuanto a las longitudes totales de las inflorescencias de *Amphiptygium*, estas se registraron entre 2 cm (en *A. glaucum*) y 20.5 cm (en *A. simplicifolium*), mientras que en *Orthopterygium huau cui* hasta 8.7 cm. Por otro lado, la longitud de la flor entre 1.5 mm (en *A. simplicifolium*) y 4.5 mm (en *A. molle*); mientras que 2.5 mm en *Orthopterygium*. Se registró un número de sépalos de entre 6 y 9 en *Amphiptygium*, y entre 3 y 5 en *Orthopterygium*. En *Orthopterygium* se obtuvieron medidas de los sépalos de cerca de 1.28 mm, siendo estos casi tan largos como los filamentos. En *Amphiptygium* los filamentos presentaron entre 0.1 mm (en *A. glaucum*) y 0.7 mm (en *A. simplicifolium*), mientras que 1 mm en *Orthopterygium*. Las anteras se registraron entre 0.7 mm (en *A. adstringens*) y 1.4 mm (en *A. molle*), mientras que en 1 mm en *Orthopterygium*. Valores extremos de estas medidas y promedios se resumen en la Tabla 1 (ver Fig. 1).

Análisis de Componentes Principales.- Todos los valores de correlación de Pearson fueron menores a 0.80 y estadísticamente significativos ($p < 0.05$), por lo que se procedió con el ACP. La primera componente (CP1) del ACP explica el 44.89% de la varianza; la segunda (CP2), el 23.00% y la tercera (CP3), el 12.00%; con ellas se explica el 79.89% de la varianza total. Las variables que contribuyen en mayor proporción con cada componente son las siguientes: para la CP1, longitud del sépalo (S) y el número de sépalos (NS) con contribuciones de -0.54 y -0.47 respectivamente; para la CP2 la longitud de la inflorescencia masculina (IM) y la longitud de la antera (A) con contribuciones de 0.52 y 0.48 respectivamente; para la CP3 la longitud de la inflorescencia (IM) y la longitud de la flor masculina (LFM) con contribuciones de -0.70 y 0.61 respectivamente; las mismas que se resumen en la Tabla 2.

En las gráficas generadas con las tres primeras componentes del ACP (Fig. 2), se distinguen las diferencias entre ambos géneros, por ejemplo en la Figura 2A (PC1 vs. PC2), sépalos en menor cantidad y longitud en *Orthopterygium* (Fig. 3A), mientras que valores variables tanto de la inflorescencia como de la antera en *Amphiptygium* (Fig. 3B); en la Figura 2B (PC1 vs. PC3) se muestra un patrón similar en el que *Amphiptygium* presenta longitudes variables de flor e inflorescencia masculinas.

Discusión

En función a la descripción de *Amphiptygium* (Hemsley 1908), trabajos posteriores basados en el desarrollo floral (Bachelier & Endress 2007), revisiones modernas del género (Cuevas-Figueroa 2005) y los resultados obtenidos en este estudio; las diferencias entre las flores masculinas de estos dos grupos corresponden a la longitud y número de los sépalos, siendo ambos mucho más largos y numerosos en las especies de *Amphiptygium*. Este resultado se basa en el 44,89% de varianza explicada por la primera componente del ACP y soporta los hallazgos de Hemsley (1907, 1908) realizados sobre los escasos especímenes de *Orthopterygium* de la localidad tipo. Este es el segundo estudio comparativo realizado en el grupo desde Stern (1952), que abordó aspectos de anatomía comparada del tallo.

Diferencias entre las estructuras reproductoras masculinas dentro de cada género y entre los géneros.- En este grupo de anacardiáceas, el número de sépalos corresponde al número de estambres. Las especies de *Amphiptygium* tienen

entre 6 y 8 sépalos, y pueden llegar a 9 en *A. molle*, mientras que en *Orthopterygium* se han observado, en este estudio, flores trímeras, tetrámeras y pentámeras. También se han observado en *Orthopterygium* flores terminales casi fusionadas que dan la apariencia de ser heptámeras y octámeras de complicada diferenciación dado el tamaño reducido de estas estructuras. Esta

Tabla 2. Contribuciones de las variables estudiadas a cada una de las tres primeras componentes principales. Las dos variables más informativas de cada componente se señalan con el símbolo *.

	CP1	CP2	CP3
IM	-0.286	0.519*	0.608*
LFM	-0.353	0.367	-0.702*
NS	-0.470*	-0.374	-0.219
S	-0.540*	-0.111	0.236
F	0.420	0.466	-0.172
A	-0.322	0.476*	-0.070
Eigen Valor	1.6411	1.1749	0.8485
Porcentaje	44.887	23.006	12.001
Porcentaje Acumulado	44.887	67.893	79.894

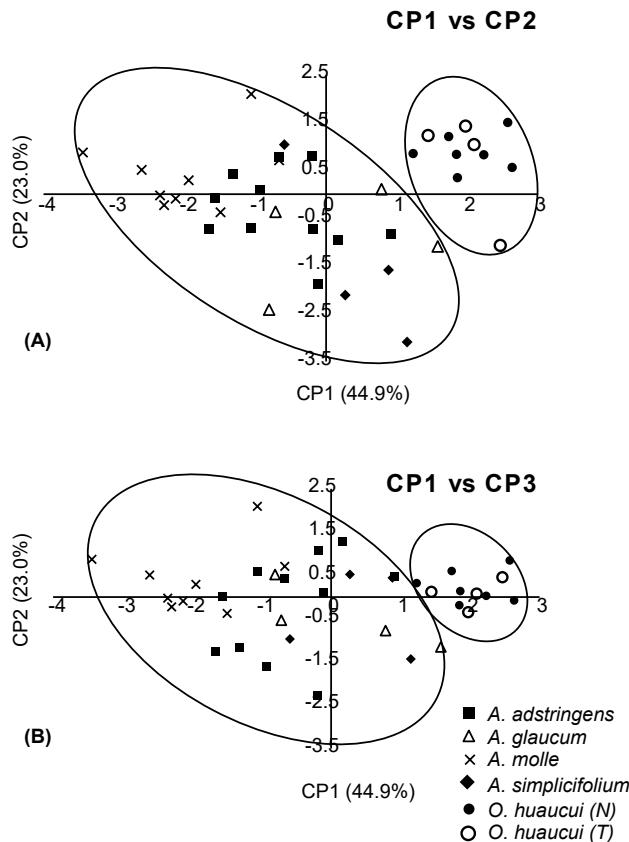


Figura 2. Gráficas bivariadas de las tres primeras componentes del análisis basadas en caracteres de la flor masculina de *Amphiptygium* y *Orthopterygium*. En A, CP1 vs. CP2; en B, CP1 vs. CP3. Las elipses fueron trazadas por inspección visual.

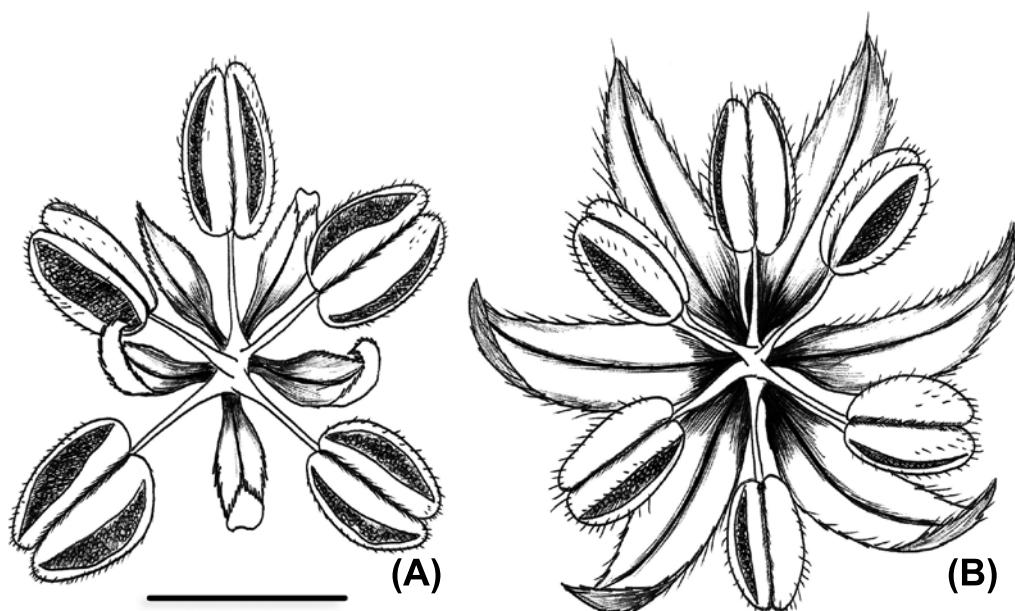


Figura 2. Esquema comparativo de las flores estaminadas de ambos géneros. A. flor pentámera de *Orthopterygium huaucui*, B. flor hexámera de *Amphipterygium adstringens*. Este último gráfico corresponde a una adaptación de Hemsley 1908. La barra negra corresponde a una distancia de 1 mm.

discriminación basada en el número de sépalos y longitud de las anteras ha sido reportadas también en los géneros *Thottea* (Aristolochiaceae, Shaiju & Omanakumari 2010) y *Leandra* (Melastomataceae, Reginato & Michelangeli 2016). Otro detalle a resaltar corresponde a la especie *A. glaucum*, la cual pese a presentar los valores más bajos en casi todas las medidas a excepción de la longitud de los filamentos, no se distingue del resto de especies de su género, esta característica es más bien propia de *A. molle* (Fig. 1). Esta baja distinción de estructuras florales a nivel intragenérico ha sido también registrada en especies de reciente diversificación como en el género *Orchis* (Orchidaceae, Pinheiro & De Barros 2008); no obstante los resultados de Weeks et al. (2014) que datan la divergencia de ambos géneros en el Mioceno medio entre 18 y 12 ma y de Jiménez (2014) entre 16,5 y 14,8 ma; por otro lado, no se cuenta aún con un estudio filogenético de todo el grupo que pueda esclarecer edad de diversificación de *Amphipterygium*.

Baja variabilidad entre las estructuras reproductoras masculinas en ex Julianiaceae. Numerosos estudios correlacionan la variabilidad de estructuras florales en especies cercanas, con la presencia de polinizadores (Solanaceae, Perez 2011; Saxifragaceae, Thompson 2013; Orchidaceae, Jacquemyn et al. 2012; Campanulaceae, Muchhal 2006; Gesneriaceae, Joly et al. 2016) y/o con gradientes de distribución (Calceolariaceae, Cosacov et al. 2013); sin embargo las especies de estos dos géneros se encuentran separadas por cerca de 3500 kilómetros y presentan polinización anemófila, esto es por medio del viento, y por tanto las diferencias de sus piezas florales no podrían atribuirse a esta causa. No obstante, no debería descartarse la presencia no reportada de otro mecanismo de polinización; en tanto no se demuestre lo contrario, sería la ausencia de polinizadores una explicación para la baja variabilidad y diferenciación de las estructuras florales femeninas ya expuestas en *Amphipterygium* por otros autores (Hemsley 1907, 1908;

Cuevas-Figueroa 2001) y principalmente para las masculinas observadas en este estudio, al no constituir aquellos una fuente de presión selectiva.

Significancia de los resultados. El análisis de componentes principales (ACP) es una metodología estadística de reducción de variables que permite identificar las variables discriminativas en los datos y no requiere de información *a priori* sobre la organización y/o agrupación de los mismos (Shipunov & Bateman et al. 2005; Henderson 2006; De La Estrella et al. 2009). Numerosos autores han empleado el ACP sobre datos derivados de estructuras florales para la identificación de especies cercanas y géneros como *Schizanthus* (Solanaceae, Perez 2011), *Lithophragma* (Saxifragaceae, Thompson 2013), *Orchis* (Orchidaceae, Jacquemyn et al. 2012), *Burmeistera* (Campanulaceae, Muchhal 2006), *Rhytidophyllum* (Gesneriaceae, Joly et al. 2016) y han corroborado la practicidad y aplicaciones de la misma. Los resultados de este estudio, basados en nuestro análisis de componentes principales (ACP), corroboran que las siguientes estructuras florales masculinas: sépalos en número y longitud, son suficientemente discriminativas como para soportar la independencia de ambas entidades taxonómicas. A este hallazgo, debemos añadir que la principal diferencia entre las especies de *Amphipterygium* corresponde al tipo de hojas y en menor grado a las inflorescencias y flores femeninas; siendo estas últimas principalmente diagnósticas entre *Amphipterygium* y *Orthopterygium*. Este estudio corresponde a la primera iniciativa, en más de medio siglo, por revalorar las relaciones evolutivas de dos géneros hermanos que podrían ofrecer indicios sobre las conexiones florísticas ancestrales entre los hemisferios norte y sur del continente americano; futuros estudios filogenéticos-comparativos y filogeográficos soportados o acompañados por análisis morfométricos, como el realizado en el presente, serán necesarios para una mejor comprensión del origen de este grupo de anacardiáceas.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a los siguientes colaboradores: David Figueroa Morales por su participación durante las colectas de campo, André Ampuero León por su colaboración con los análisis de datos.

Literatura Citada

- Alcocer G.V. 1907. Las Julianiaceas, Nuevo Orden Natural en la Flora Mexicana. Anales del Museo Nacional, Segunda época, Imprenta del Museo Nacional, México, D.F., tomo IV: 316-326.
- Argueta A.V. 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional Mexicana, Ed. Instituto Nacional Indigenista, México, D.F. 1786 pp.
- Bachelier J.B. & P.K Endress. 2007. Development of inflorescences, cupules, and flowers in *Amphipterygium* and comparison with *Pistacia* (Anacardiaceae). International Journal of Plant Sciences 168: 1237-1253. doi: <http://dx.doi.org/10.1086/521795>
- Bachelier J.B. & P.K Endress. 2009. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoecium structure and evolution. Botanical Journal of the Linnean Society 159: 499-571. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00959.x>
- Cosacov A., A. Cocucci & A. Sérsic 2013. "Geographical Differentiation in Floral Traits across the Distribution Range of the Patagonian Oil-Secreting Calceolaria Polyrhiza: Do Pollinators Matter?" Annals of Botany, November. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mct239>.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York: Columbia University Press. 1262pp.
- Cuevas-Figueroa, X.M. 2001. La familia Julianiaceae en el estado de Jalisco, México, Colección Flora de Jalisco, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México, 47 pp.
- Cuevas-Figueroa, X.M. 2005. A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae). Ibugana 13: 27-47.
- De La Estrella M., C. Aedo & M. Velyas. 2009. A morphometric analysis of *Daniellia* (Fabaceae – Caesalpinioideae). Botanical Journal of the Linnean Society. 159: 268-279. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00894.x>
- Gray A. 1854. *Juliania huauacui*. United States Exploring Expedition 1 (371).
- Henderson A. 2006. Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. Botanical Journal of the Linnean Society. 151: 103-111. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00526.x>
- Hemsley W.B. & J.N Rose. 1903. Diagnoses specierum generis *Juliania*, Schlecht. Americae Tropicae, Annals of Botany. 17: 443-447.
- Hemsley W.B. 1907. Orthopterygium huauacui. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B 199: 190. 1907.
- Hemsley W.B. 1908. On the Julianiaceae: A New Natural Order of Plants. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 199 Series B: 169-197.
- Jacquemyn H., B. Rein, H. Olivier & I. Roldán-Ruiz. 2012. Asymmetric Gene Introgression in Two Closely Related Orchis Species: Evidence from Morphometric and Genetic Analyses. BMC Evolutionary Biology 12 (1): 178. doi: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-12-178>.
- Jiménez V.V.A. 2014. Diversidad genética y relaciones filogenéticas de *Orthopterygium huauacui* (A. Gray) Hemsley, una Anacardiaceae endémica de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes. Tesis, Biólogo con mención en Botánica. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3863>
- Joly S., L. François, A. Hermine, L-B. Étienne & J. Clark. 2016. Pollinator Specialization Imposes Stronger Evolutionary Constraints on Flower Shape. bioRxiv, March. doi: <http://dx.doi.org/10.1101/041533>.
- Kucharczyk H., M. Kucharczyk, K. Stanisławek & P. Fedor. (2012). Application of PCA in Taxonomy Research – Thrips (Insecta, Thysanoptera) as a Model Group, Principal Component Analysis - Multidisciplinary Applications, Dr. Parinya Sangwanasat (Ed.), ISBN: 978-953-51-0129-1, InTech.
- León B., J. Roque, C. Ulloa, N. Pitman, P. M. Jorgensen & A. Cano. 2007. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología. Número especial 13(2). Pp 965.
- León B., K. Young, A. Cano, M. I. La Torre, M. Arakaki & J. Roque. 1997. Botanical exploration and conservation in Peru: the plants of Cerro Blanco, Nazca. BioLlania 6: 431 - 448.
- Muchhalal N. 2006. The Pollination Biology of *Burmeistera* (Cannulaceae): Specialization and Syndromes. American Journal of Botany 93 (8): 1081-89. doi: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.93.8.1081>.
- Pérez F. 2011. Discordant Patterns of Morphological and Genetic Divergence in the Closely Related Species *Schizanthus Hookeri* and *S. Grahamii* (Solanaceae). Plant Systematics and Evolution 293 (1): 197–205. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-011-0433-3>.
- Pinheiro F. & F. De Barros. 2009. Morphometric analysis of the *Brasiliorchis picta* complex (Orchidaceae). Revista Brasilica Botanica 32 (1): 11-21.
- Pell S.K. 2004. Molecular Systematics of the Cashew Family (Anacardiaceae). Thesis Doctor of Philosophy. Department of Biological Sciences. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04152004-101232/unrestricted/Pell_dis.pdf.
- Reginato Marcelo & F. Michelangeli. 2016. Diversity and Constraints in the Floral Morphological Evolution of *Leandra S.str.* (Melastomataceae). Annals of Botany, July. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcw116>.
- Rzedowski J. 1981. Vegetación de México, Ed. Limusa, México, D.F.
- Schlechtendal D. F. L. 1843a. Additamentum ad plantas Mexicanas a G. Schiede aliisque collectas: *Juliania*. Linnaea (17): 745-746.
- Schlechtendal D. F. L. 1843b. De plantis Mexicanis a G. Schiede, M. Dr. Car. Ehrenbergio aliisque, collectis nuntium adfert D. F. L. de Schlechtendal. Linnaea (17): 625-640.
- Shaiju P. N. & N. Omanakumari. 2010. Floral Morphology and Systematics of the Genus *Thottea* Rottb. (Aristolochiaceae) from the Western Ghats, India. Plant Systematics and Evolution 288 (3): 213–25. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-010-0326-x>.
- Shipunov A. B. & R. M. Bateman. 2005. Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. Biological Journal of the Linnean Society. 85: 1–12. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00468.x>.
- Standley P.C. 1923. Trees and shrubs of Mexico, Contributions of the U.S. National Herbarium 23(3): 672-673.
- Stern W. 1952. The Comparative Anatomy of the Xylem and the Phylogeny of the Julianiaceae. American Journal of Botany. 39 (3): 220-229.
- Thompson J. 2013. The Evolution of Species Interactions. Science 284 (5423): 2116–18. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.284.5423.2116>.
- Weberbauer A. 1945. El mundo vegetal de los Andes peruanos, estudio fitogeográfico. Lima, Perú: Estación Experimental Agrícola de la Molina. 776 pp.
- Weeks A., F. Zapata, S. K. Pell, D. C. Daly, J. D. Mitchell & P. V. A. Fine (2014). To move or to evolve: contrasting patterns of intercontinental connectivity and climatic niche evolution in “Terebinthaceae” (Anacardiaceae and Burseraceae). Frontiers in Genetics 5:409. doi: <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2014.00409>