La filogenia preliminar de *Scaphosepalum* (Orchidaceae) indica patrones de especiación fuertemente influenciados por los Andes

Lorena Endara[1,2] , Norris H. Williams[1,2], Mark W. Whitten[1]

[1] Museo de Historia Natural de Florida (FLMNH), Dickinson Hall, PO Box. 117800, Gainesville, Florida 32611-7800, USA.
Departamento de Botánica, Universidad de Florida, 220 Bartram Hall, Gainesville, Florida, 32611 U.S.A.

INTRODUCCION

La formación de especies o especiación puede ser estudiada de dos formas, explorando los procesos de formación de especies (genética evolucionaria) o desde una perspectiva sistemática, la cual se enfoca en los patrones de la formación de especies. Estas dos escuelas han generado innumerables ejemplos de modelos de especiación que han sido la base para la definición de los conceptos de especie. Hasta ahora son más preponderantes los ejemplos en los que la divergencia de especies es el resultado del aislamiento geográfico, *especiación alopátrica*. En contraste, los ejemplos de *especiación simpátrica*, el origen de especies sin aislamiento geográfico en ninguna fase del proceso, son pocos y menos aceptados[1,2].

El estudio de patrones de especiación requiere la reconstrucción de una filogenia altamente resuelta que demuestre que las especies que crecen en simpatría son hermanas. El objetivo de este trabajo es explorar los patrones de especiación del género de orquídeas neotropicales *Scaphosepalum* (Pleurothallidinae) el cual, es un sistema idóneo para este objetivo pues agrupa numerosos casos de especies que viven en simpatría (Fig.1) y que pudieron haberse formado por procesos de especiación simpátrica.

Figura 1. Distribución de *Scaphosepalum* y localidades en donde las especies crecen en simpatría. (No se incluyen las localidades del escudo guayanés, Bolivia y Perú)

Scaphosepalum agrupa a 49 especies fácilmente diagnosticables por sus flores no resupinadas y sinsépalos coronados por osmóforos (Fig.2). El pico de diversidad del género se encuentra en los bosques montanos del norte de los Andes, un paisaje que ha ofrecido múltiples oportunidades para eventos de radiación y diversificación por lo que *Scaphosepalum* también es un sistema interesante para investigar el efecto que tuvo el levantamiento de los Andes en los procesos de especiación y distribución actual de las especies.

Figura 2. Diversidad floral de *Scaphosepalum*. **A.** *S. decorum* **B.** *S. odontochilum* **C**. *S. medinae*. ***osm*:**osmóforos, ***ds:*** sépalo dorsal

OBJETIVOS

Reconstruir una filogenia altamente resuelta de *Scaphosepalum* utilizando caracteres molecuales y morfológicos para **a)** evaluar los patrones de especiación en un contexto histórico y espacial y **b)** documentar escenarios en donde pudo haber ocurrido especiación simpátrica.

MATERIALES Y METODOS

Grupo interno:36 spp.
Grupo interno:4 spp.
Protocolos [3]

Nucleares: ITS
Plástidos: *trnL, matK, 3'ycf1*
Protocolos [4, 5]

Análisis	Programa
Congruencia: ILD, topológia	PAUP
Máxima Parsimonia (MP)	PAUP
Máxima Verosimilitud (ML)	PAUP
Bayesiano	Mr. Baye

RESULTADOS

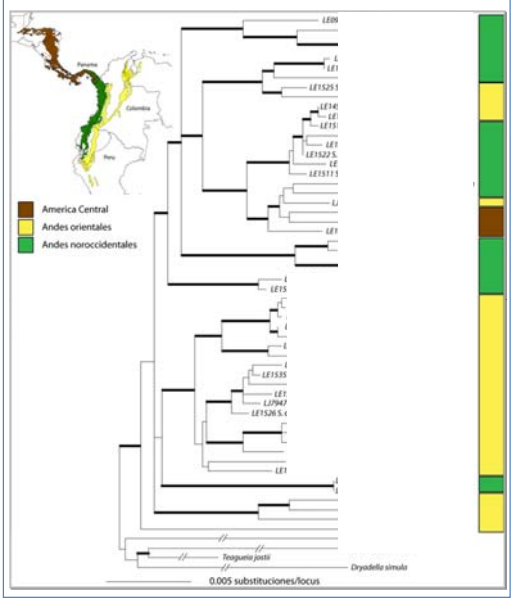
Las pruebas comparmentalizadas de ILD indicaron incongruencia significativa entre las regiones plástidas y la región nuclear. Las pruebas de topología indicaron incongruencia suave por lo que se combinaron las cuatro regiones más informativas (Tabla1) (matriz combinada = 4247 bp).

Tabla 1. Estadísticas de las diferentes regiones utilizadas en el análisis de la filogenia preliminar de *Scaphosepalum*.

	Nuclear	Plástidas		
	ITS	3'*ycf1*	*trnL-F*	*matK*
# caracteres	800	1635	1253	1464
# caracteres informativos	115	149	74	87
Número de árboles	26	24	168	232
CI	0.73	0.69	0.82	0.81
RI	0.81	0.77	0.85	0.83
# de nodos con bootstrap ≥70	22/41	14/39	14/25	16/32
Modelo substitucion	TrN+G	TrN+G	F81+G	F81+G

Los tres criterios de optimización (MP, ML, Bayesiano) recobraron topologías similares. Unicamente se presenta la reconstrucción filogenética obtenida vía ML (Fig.3), sin embargo todas las reconstrucciones mostraron una estructura geográfica fuertemente influenciada por la presencia de los Andes.

Figura 3. Filogenia preliminar de *Scaphosepalum.* Análisis combinado (ITS, *matK, trnL-F, ycf1*) bajo el criterio de máxima verosimilitud (modelo TVM+I+G, 10,000 reiteraciones, algoritmo TBR). Las líneas engrosadas representan valores de apoyo "bootstrap" mayores a 75%.



CONCLUSIONES Y DISCUSION

- El patrón filogeográfico observado reafirma la importancia de los Andes como una barrera para la dispersión.
- Dos clados están confinados a los microhábitats de las estribaciones orientales de los Andes y un clado contiene a las especies del noroccidente de los Andes y Centroamérica con un caso de dispersión de *Scaphosepalum microdactylum* a las estribaciones orientales.
- Al integrar la filogenia preliminar con la co-ocurrencia de especies (Figs 1 con 3) es posible inferir que en la mayoría de casos de las especies que viven en simpatría, estas no lo hacen con su pariente más cercano (e.g. *S. beluosum, S. decorum, S. dodsonii, S. digitale, S. ophiodon*) lo que favorece a escenarios de especiación alopátrica o parapátrica seguida por contacto secundario.
- Se observa parafilia en una de las especies ampliamente distribuidas *Scaphosepalum swertifolium*, esto es un fenómeno común a nivel específico y provee una perspectiva interesante sobre los procesos de especiación que pudieron haber envuelto divergencia local o un efecto fundador [2,6].
- *Scaphosepalum medinae* (Figs. 2c, 3), es hermana al resto de *Scaphosepalum*. *S. medinae* y *S. pleurothallodes* difieren del resto de *Scaphosepalum* en sus flores resupinadas e inflorescencias cimosas y sospechamos que estas especies hacen a *Scaphosepalum*.

METAS FUTURAS

- Obtener las especies faltantes de *Scaphosepalum* e incorporarlas al análisis (*en proceso*).
- Aumentar el muestreo de los grupos hermanos (*en proceso*).
- Muestrear especímenes adicionales de las especies ampliamente distribuidas de *Scaphosepalum* para detectar otros eventos de parafilia a nivel específico *(en proceso*).
- Incorporar datos morfométricos y realizar un análisis combinando los datos moleculares y morfológicos (*generación de matriz morfológica en proceso*).
- Realizar análisis biogeográficos (DIVA, LAGRANGE)
- Realizar análisis de evolución espacial y vicariancia ecológica (SEEVA)

BIBLIOGRAFIA

1. Coyne, J.A., H.A. Orr. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, U.S.A.
2. Howard, D.J., S.H. Berlocher. (eds).1998. Endless Forms: Species and Speciation. Oxford University Press, Inc. New York, U.S.A.
3. Whitten, W.M., M. Blanco, N. Williams, S. Koehler, G. Carnevali, R. Singer, L. Endara, K. Neubig. 2007. Molecular phylogenetics of *Maxillaria* and related genera (Orchidaceae: Cymbidieae) based upon combined molecular datasets. *American Journal of Botany* 94:1860-1889.
4. Endara, L., N.H. Williams, M.W.Whitten. 2010. Filogenia molecular preliminar de *Scaphosepalum* (Orchidaceae: Pleurothallidinae). In: Pridgeon A M, Navarrete, H. (eds) Proceedings of the Third Scientific Conference on Andean Orchids. Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
5. Neubig, K.M., W. M. Whitten, B.S. Carlsward, M.A. Blanco, L. Endara, N. Williams, M. Moore. 2009. Phylogenetic utility of *ycf*1 in orchids: a plastid gene more variable than *mat*K. *Plant Systematics and Evolution* 277:75-84.
6. Rieseberg, L.H., L. Brouillet. 1994. Are many plant species paraphyletic? *Taxon* 43: 21-30

AGRADECIMIENTOS

American Orchid Society (Graduate Student Fellowship)
National Science Foundation (DDIG Grant)
American Society of Plant Taxonomists
International Association of Plant Systematists