

BAMBOO, magazine of the American Bamboo Society. Diciembre 2006 Vol. 27 No. 6.

EL PROYECTO DE LA FILOGENIA DEL BAMBU

por

Grupo para el Estudio Filogenético del Bambú

El proyecto de la Filogenia del Bambú (Bamboo Phylogeny Project), está conformado por un equipo internacional de científicos, que se han unido para colaborar con sus conocimientos en la formación del Grupo para el Estudio Filogenético del Bambú (Bamboo Phylogeny Group o BPG).

La Filogenia del Bambú, es la construcción de un "árbol genealógico" donde se determinarán aspectos relacionados con la evolución del grupo de los bambúes, a éste árbol se le conoce científicamente como "filogenia". Un estudio filogenético trata esencialmente de responder a cuestiones relacionadas con la evolución de caracteres morfológicos presentes en los bambúes, aspectos sobre su biogeografía y ecología, además el estudio proveerá las bases para un sistema de clasificación estable donde se reflejarán las relaciones de parentesco que existen entre las diferentes especies de los bambúes.

Las clasificaciones actuales de todas las especies de bambúes reconocidas hasta hoy no han sido estables, a pesar de que en los últimos años se publicaron actualizaciones a nivel de toda la familia de las gramíneas, (familia donde están situados los bambúes). [Grass Phylogeny Working Group) (GPWG) 2001; Prasad et.al 2005]. Aun con las investigaciones actuales, el grupo de los bambúes es considerado como un grupo mayor de gramíneas poco entendido en comparación a los otros grupos de la familia, aun con la importancia ecológica y económica que ellos tienen. La falta de una clasificación estable y otras herramientas para su correcta identificación ha afectado a otros niveles de estudio como es el caso de la conservación de los bambúes (Bystrakova *et.al.* 2003,2004). La falta de flores en los bambúes debido a los ciclos largos de floración, ha hecho que muchas de las personas que trabajan con esta planta no reconozcan fácilmente con que especie de bambú están tratando. El **BPG** tendrá entre sus objetivos la construcción de un árbol evolutivo basado en secuencias de datos de ADN (molécula esencial y base de los estudios genéticos en todos los seres vivos), así como de las características morfológicas de la planta del bambú. A partir de los resultados obtenidos se podrá explorar con más detalle la historia de la evolución (a través de miles de años) de este fascinante grupo de plantas. El **BPG** hará posible la construcción de varios sitios en Internet o sitios web, donde se podrán usar claves interactivas de identificación de especies y obtener información sobre biodiversidad de los bambúes accesibles para todo público.

Estado actual.

Nuestro conocimiento actual de la evolución de los bambúes se encuentra basada en estudios moleculares realizados por Clark, *et. al.* (1995), y el GPWG (2001), los cuales apoyaron al establecimiento de que los verdaderos bambúes (subfamilia Bambusoideae) están más relacionados con el arroz y sus aliados (subfamilia Ehrhartoideae) y los pastos azules (subfamilia Pooideae). Estos trabajos también demostraron que varios pastos de hojas anchas que habían sido clasificados como bambúes, ya no pertenezcan al grupo.

Se considera que el grupo de los bambúes tiene un único origen evolutivo debido a la presencia de células lobuladas del tejido fotosintético de la hoja llamadas células armadas (ver Fig. 15. Judziewicz *et.al.* 1999; Zhang & Clark 2000). Las similitudes a nivel de ADN entre las especies concluyen que el grupo de los bambúes tiene un solo origen evolutivo. La subfamilia Bambusoideae, contiene aproximadamente 1,400 especies descritas repartidas en 101-118 géneros. La subfamilia se encuentra dividida en dos grandes grupos llamados **Tribus** (Soderstrom & Ellis 1987); Judziewicz et al. 1999; Zhang & Clark 2000): los **Bambúes Leñosos** (tribu Bambuseae) con aproximadamente 1 290 especies presentes en muchas regiones del mundo, y los **Bambúes Herbáceos** (tribu Olyreae) con aproximadamente 115 especies restringidas a lo largo del continente americano. Se cree que todos los bambúes leñosos tienen un ancestro común en base a la presencia de varios caracteres morfológicos, donde se incluyen las hojas caulinares (modificadas para la protección y soporte de los brotes tiernos) que son bien diferenciadas de las hojas verdes de las ramas, además de una ramificación vegetativa compleja y un ciclo de florecimiento gregario y monocárpico. (con ciclos de florecimiento algunas veces superiores de 120 años). La evidencia

de ADN para demostrar un único origen de los bambúes leñosos no está aun bien establecida (Zhang & Clark 2000; Clark *et al.*, en prensa). Por otro lado, los estudios de ADN indican fuertemente que los bambúes herbáceos tienen un solo ancestro en común, pero no han sido identificados caracteres morfológicos únicos para demostrar esta conclusión.

Los intentos para clasificar a los bambúes de acuerdo a sus relaciones naturales fueron hechos por Clayton & Renvoize (1986) y Soderstrom & Ellis (1987), el desarrollo de técnicas moleculares revolucionó nuestra habilidad para estudiar los patrones evolutivos del grupo. Estos intentos dieron un avance al conocimiento evolutivo de los bambúes, pero dejaron a un lado muchos asuntos sin resolver al no proveer una base firme para dar nombres a los bambúes. En la última década, el desarrollo de técnicas moleculares revolucionó nuestra habilidad para estudiar los patrones evolutivos del grupo. Actualmente la idea es revisar estas clasificaciones previas usando los estudios de ADN en combinación con los datos morfológicos.

El grupo para el Estudio Filogenético del bambú.

El grupo para el Estudio Filogenético del bambú consta de un equipo internacional de taxónomos de bambú, quienes aceptaron formar parte con sus diversos recursos y experiencia para lograr alcanzar los objetivos del proyecto. El trabajo del **BPG** estará coordinado principalmente por la Universidad Estatal de Iowa y los datos serán manejados a través del proyecto de banco de datos de la Universidad Estatal de Idaho. Los miembros del **BPG** se enlistan en la Tabla anexa, y se incluyen sus procedencias institucionales y su experiencia con los bambúes. Es de esperarse que la membresía del grupo se incremente durante el curso del proyecto, especialmente por estudiantes interesados. De acuerdo al número de participantes en BPG de países desarrollados y considerando la distribución de la diversidad del bambú, anticipamos que muchos de los nuevos miembros serán reclutados desde países en desarrollo.

El Proyecto de la Filogenia del Bambú.

Los cuatro principales objetivos del proyecto son: (1) generar un árbol evolutivo para los bambúes, basado en una combinación de estudios de ADN y evidencia morfológica usando un riguroso enfoque analítico; (2) probar varias ideas acerca del origen y evolución de varias características de los bambúes; (3) construcción de una clasificación estable para los bambúes leñosos basada en el árbol evolutivo; y (4) establecimiento un sitio web como base para el entendimiento de la biodiversidad del bambú y que contendrá una clave con caracteres interactivos y otros recursos de identificación y que proveerá ligas a información relevante, así como a imágenes e información descriptiva sobre los bambúes. El proyecto inició en Agosto de 2005 cuando el organismo *National Science Foundation* de los Estados Unidos lo aprobó, y se completará en Agosto de 2009.

El árbol evolutivo será construido por medio de estados-características, y será basado en secuencias de datos de ADN que serán analizadas en combinación con caracteres morfológicos (o características) para un subgrupo representativo de especies de bambú. Nosotros haremos énfasis sobre los problemas taxonómicos de tres grupos de géneros de bambúes: *Arundinaria* y aliados *Schizostachyum* y aliados, y el complejo *Bambusa/Dendrocalamus/Gigantochloa*. La lista de caracteres morfológicos es esencial en el desarrollo y será colocada en el sitio web, con ilustraciones, de acuerdo a como se vayan finalizando. Una vez publicadas, las secuencias de ADN serán depositadas en una base de datos con acceso público y la matriz de datos morfológicos estará disponible completamente en el sitio web.

Nosotros usaremos el árbol evolutivo para explorar el origen y evolución de algunas de las inusuales estructuras complejas que caracterizan a los bambúes, semejantes a las **pseudoespiquillas** (ramas floríferas indeterminadas) y complementos de ramas vegetativos (incluyendo el origen de múltiples yemas en ciertos linajes), también como rizomas y anatomía foliar. Por ejemplo, los análisis preliminares dan señales de que el antecesor de los bambúes leñosos tuvo rizomas **simpodiales** y verdaderas espiquillas determinadas y los rizomas **monopodiales** y **pseudoespiquillas** evolucionaron independientemente en diferentes épocas en el pasado. Esto y otras ideas pueden ser solo investigadas solo con un comprensivo árbol evolutivo. Cuidadosos análisis de características morfológicas y anatómicas son también necesarios como una base para la revisión de la clasificación genérica.

Los estudios moleculares han sido una revolución en el conocimiento de la taxonomía vegetal, y nos han dejado una clasificación de géneros y tribus más entendible, en los bambúes estará basada en el árbol evolutivo que nosotros obtendremos. Nuestro objetivo es el reconocimiento de unidades aparecidas como linajes en el árbol evolutivo y la actuación de un común y único ancestro de acuerdo a la combinación de sus caracteres. Nosotros trataremos de minimizar los cambios de nombres, especialmente para bambúes ampliamente cultivados, aunque algunos cambios son siempre inevitables.

El sitio web de la Biodiversidad del bambú: (<http://eeob.iastate.edu/research/index.html>) está siendo desarrollado esencialmente como el principal medio de información accesible al público en general para dar a conocer la Filogenia del Bambú y los resultados de este proyecto. En este banco de información se tendrá acceso a descripciones, clasificaciones, características, listas de especies, mapas, imágenes, árboles evolutivos y recursos de identificación entre otros datos, y como se mencionó anteriormente, ligas a otros sitios. De acuerdo a los objetivos de este proyecto, la información inicial irá dirigida al nivel tribu y género. Los datos para las especies se irán incorporando poco a poco directamente en el sitio web o bien a través de otras ligas. A las descripciones genéricas se les añadirán imágenes con características diagnósticas apropiadas. Una bibliografía relacionada está ya disponible en formato –pdf- e irá siendo actualizada regularmente de acuerdo a como se vaya completando la información y nuevos trabajos científicos serán publicados frecuentemente.

Uno de los productos de este proyecto serán las primeras descripciones morfológicas comparables directamente para un amplio rango de géneros de bambú. Esto permitirá el desarrollo de claves de identificación interactivas y patrones para comparar descripciones de especies. Actualmente, un número de claves de los géneros de bambú o especies está disponible, pero ellas están realizadas en el formato dicotómico estándar y son geográfica y taxonómicamente restringidas en algunos de sus componentes. En estas claves muchas veces faltan ilustraciones e incluyen mucha terminología técnica, haciendo con esto difícil su uso para quienes no son especialistas. Uno de los objetivos del grupo BPG es la creación de sitios web bien ilustrados con claves interactivas que serán accesibles a personas que no son conocedores de las características de los bambúes y podrán identificar sus plantas a nivel genérico. Las claves interactivas permitirán al usuario iniciar su identificación en base a algún carácter de la planta o bien en base a una combinación de los mismos, y que son evidentes en el material que tengan a la mano, de esta manera se podrá llegar a una correcta identificación. Por cada característica (ejemplo: lámina de la hoja con vellosidades en el lado inferior), dos o más posibles variantes (ejemplo: brillante, pelos cortos, pelos largos) serán presentadas para su elección. El usuario seleccionará la opción que más se apege al material que está tratando de identificar y la clave generará una lista de posibles géneros o especies. Cada género (o especie) escrito en la clave, tendrá una página específica en donde el usuario podrá consultar y verificar la identificación con el apoyo de imágenes y material descriptivo.

Dos claves preliminares interactivas usando SLIKS (Guala, 2004) están en desarrollo y estarán disponibles en muy poco tiempo. Una de ellas sobre los bambúes nativos a o naturalizados en los Estados Unidos y la otra cubre a 10 especies de Brasil del subgénero *Rettbergia* perteneciente al género *Chusquea* (en inglés, con una versión en portugués durante el desarrollo del proyecto.) Invitamos a todos los lectores a enviar sus comentarios o sugerencias para mejorar el sitio web sobre la Biodiversidad del Bambú (Bamboo Biodiversity Website) (diríjase directamente a Lynn Clark).

Resumen.

Tenemos el placer de involucrar en este proyecto de colaboración al estudio de grandes imágenes de la evolución bambú y esperamos que nuestros resultados llevaran a mejorar el estudio, conservación, y utilización de estas intrigantes y maravillosas plantas. Vamos hacia la adición de oportunidades para una mejor comunicación con entusiastas del bambú por todo el mundo relacionado con la botánica del bambú. También vamos hacia la contribución del desarrollo del sitio web y otros recursos.

Agradecimientos.

El principal apoyo a este proyecto viene desde dos centros de investigación desde los Estados Unidos: Nacional Science Foundation (DEB-0515712 a Lynn Clark en Iowa State University y DEB-0515828 a Scot Kelchner en Idaho State University). Adicionalmente los fondos vienen desde la Nacional Geograhic Society (Grant No 7336-02 a Clark y Li). Muchos de nosotros también han recibido apoyo de una u otra forma desde la American Bamboo Society y nosotros agradecemos a los directores (pasados y presentes) por su continuo apoyo. Nosotros también agradecemos a los botánicos fallecidos quienes establecieron las bases e inspiraron a que este proyecto se haga una realidad.

Referencias citadas:

Bystriakova, N., V.Kapos & I. Lysenko. 2004. Bamboo biodiversity: Africa, Madagascar and the Americas UNEP-WCMC/INBAR, Biodiversity Series 19. UK: Swaingrove Imaging. <http://ourplanet.com/wcmc/19.html>

Bystriakova, N., V.Kapos, C. Stapleton & I. Lysenko. 2003. Bamboo biodiversity: information for planning conservation and management in the Asia-Pacific region. UNEP-WCMC/INBAR, Biodiversity Series 14. UK: Swaingrove Imaging. <http://ourplanet.com/wcmc/14.html>

Clark, L.G., W.-P.Zhang & J.Wendel. 1995. A phylogeny of the grass family (Poaceae) based on ndhF sequence data. *Systematic Botany* 20:436-460.

Clark, L.G., S. Dransfield, J.Triplett & J.G. Sánchez-Ken. In press. Phylogenetic relationships among the one-flowered genera of Bambuseae (Poaceae:Bambusoideae). In J.T. Columbus et. al (eds.). *Monocots: Comparative biology and evolution-Poales*. 2 vols. Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont, California, USA.

Clayton, W.D & Renvoize S.A. 1986. *Genera Graminum: Grasses of the World*. Royal Botanical Gardens, Kew.

Grass Phylogeny Working Group. 2001. Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 373-457.

Guala,G. 2004. Stinger s Lightweight Interactive Key Software. <http://stingersplace.com/SLIKS/>

Judziewicz, E.J.m L.G. Clark, X. Londoño, & M.J. Stern. 1999. *American bamboos*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

Prasad, V., C.A. E. Stromberg, H. Alinmohammadian & A.Sahni. 2005. Dinosaur coprolites and the early evolution of grasses and grazers. *Science* 310:1177-1180.

Sodestrom,T.R. & R.P. Ellis. 1987. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification, pp. 225-238 in T.R. Soderstrom et al. (eds.), *Grass systematics and evolution*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

Zhang, W. & L.G. Clark 2000. Phylogeny and classification of the Bambusoideae (Poaceae), pp. 35-42 in S.W.L. Jacobs and J. Everett, *Grass systematics and evolution*. Melbourne Australia: CSIRO Publishing Table 1.

Lista alfabética de colaboradores en el Grupo para la Filogenia del Bambú

Collaborators, Bamboo Phylogeny Group

Name and E-mail Address	Institution	Bamboo Speciality
Lynn G. Clark lgclark@iastate.edu	Iowa State University, U.S.A.	Chusqueinae; Neotropical bamboos; <i>Arundinaria</i>
Gilberto Cortés gcortesbambumex@hotmail.com	Instituto Tecnológico de Chetumal, Mexico	Guaduinae; bamboos of Mexico
Soejatmi Dransfield s.dransfield@rbgkew.org.uk	Royal Botanic Gardens, Kew, England	Paleotropical bamboos
Tarciso Filgueiras tfilg@uol.com.br	Reserva Ecológica do IBGE, Brazil	Bamboos of Brazil
Gerald F. Guala gerald.guala@la.usda.gov	U.S.D.A. Plants Database, Baton Rouge, LA, U.S.A.	Bioinformatics; Arthrostylidiinae + Guaduinae Clade
Trevor Hodkinson hodkinst@tcd.ie	Trinity College, Dublin, Ireland	Molecular phylogenetics of bamboos
Emmet Judziewicz Emmet.Judziewicz@uwsp.edu	University of Wisconsin, Stevens Point, U.S.A.	Arthrostylidiinae; Neotropical bamboos
Scot Kelchner kelchner@isu.edu	Idaho State University, U.S.A.	Molecular phylogenetics of bamboos; bioinformatics
M. Kumar	Kerala Forest Research	Taxonomy of Indian bamboos

muktesh@kfri.org (off); trc_mukteshm@sancharnet.in (res)	Institute, India	
De-Zhu Li dzl@mail.kib.ac.cn	Kunming Institute of Botany, China	North Temperate Clade; molecular phylogenetics of bamboos
Ximena Londoño ximelon@telesat.com.co	INCIVA, Cali, Colombia; Colombian Bamboo Society	Guaduinae; Neotropical bamboos
M. Teresa Mejia mejiat@ecologia.edu.mx	Instituto de Ecología, Xalapa, Mexico	Bamboos of Mexico
Ana Paula Santos-Gonçalves lanciflora@ibest.com.br	Universidade Estadual de Campinas, Brazil	<i>Colantheia</i> ; Arthrostylidiinae + Guaduinae Clade
Chris Stapleton c.stapleton@rbgkew.org.uk	Royal Botanic Gardens, Kew, England	North Temperate Clade; bamboo morphology
Jimmy Triplett triplett@iastate.edu	Iowa State University, U.S.A.	<i>Pleioblastus</i> ; North Temperate Clade
Elizabeth Widjaja ewidjaja@indo.net.id	Indonesian Institute of Sciences, Indonesia	Paleotropical Bambuseae
Khoo Meng Wong wong@um.edu.my	University of Malaya, Malaysia	Bamboos of SE Asia; bamboo morphology
Nian-He Xia nhxia@scib.ac.cn	South China Institute of Botany, China	Bambusinae