

## LAS COLECCIONES PALINOLOGICAS DEL INSTITUTO SMITHSONIAN DE INVESTIGACIONES TROPICALES (STRI), PANAMA

Jorge Enrique Moreno  
Diana Vergara  
Carlos Jaramillo

(*morenoe@si.edu, vergarad@si.edu, jaramilloj@si.edu*)

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Centro de Paleoecología y Arqueología Tropical  
Av. Gorgas, Edificio 235, Ancón, Balboa, República de Panamá, Apartado 0843-03092

---

### 1 Introducción

La Institución Smithsonian (SI por sus siglas en inglés), fundada en 1846 “*para el incremento y la difusión del conocimiento de la humanidad*”, es un conjunto de 19 museos, 9 centros de investigación y un zoológico, administrados por el gobierno de Estados Unidos, cuya base principal está localizada en Washington, D.C., USA. Adicionalmente 168 museos del mundo están oficialmente afiliados a la Institución, por lo que es considerado como el más grande complejo mundial de museos e investigación. Su financiación proviene de las contribuciones privadas, corporativas y apoyo gubernamental principalmente.

El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI por sus siglas en inglés) ubicada en Panamá, República de Panamá, es la única dependencia del SI fuera de los Estados Unidos. Lo que comenzó en 1923 como una estación de campo pequeña en la reserva biológica isla de Barro Colorado en la zona del Canal de Panamá, llegó a ser en 1940 una dependencia de SI y finalmente en 1966 fue declarada como instituto de investigación actualmente bajo el nombre de STRI. A raíz de los tratados del Canal de Panamá, el Gobierno de Panamá le otorgó el estatus de Misión Internacional en 1985, manteniéndose bajo esta figura hasta la fecha.

STRI cuenta con facilidades como laboratorios de fisiología, genética y microscopía electrónica (SEM y TEM), confocal y fluorescencia, auditorio con capacidad para 180 personas, biblioteca científica especializada, salas de cómputo, laboratorio de imágenes, dormitorios, cafetería y vehículos entre otros. Con ocho subestaciones adicionales ubicadas en diferentes puntos del país (Anexo I, Figs. 1 a 3) y una planta permanente de 40 científicos, sus grupos de colaboradores y colegas ofrece una oportunidad única a becarios, investigadores y pasantes para estudios a largo plazo para el entendimiento del pasado, presente y futuro de la biodiversidad y su relevancia para el bienestar humano. Aunque STRI, por su carácter, no tiene establecidos programas académicos en ninguna de sus áreas de investigación, si mantiene convenios y programas con universidades y centros de investigación tanto locales como extranjeros, así como cursos de campo en Biología y Ecología Tropical principalmente con las universidades de Princeton, McGill, Florida, Michigan State, Florida Atlantic, Universidad de Panamá y la Organization for Tropical Studies entre otras.

El Centro de Paleoecología y Arqueología Tropical (CTPA por sus siglas en inglés), uno de los tres centros creados dentro de STRI cuyo propósito es reunir científicos de disciplinas afines para realizar investigaciones conjuntas, nació a

principio de la década de los años 90. El edificio 235, ubicado en la llamada Calle del Hospital Gorgas en la antigua zona del canal y actual sede del CTPA, fue originalmente una estructura en madera y sede del Laboratorio-Hospital Francés construido entre 1881-1904. Posteriormente funcionó como Hospital de Ancón administrado por el gobierno de Estados Unidos entre 1916-1919, período en el cual es reemplazado por estructura de concreto hasta 1928, cuando se remodeló con un sobrio estilo renacentista-italiano manteniéndose así hasta el presente. Entre 1928 hasta 1950 albergó a investigadores dedicados al estudio de la fiebre amarilla y la malaria. Posteriormente y en forma temporal fue ocupado por ingenieros de la Comisión Atlántico-Pacífico que intentaban diseñar la construcción de un canal a nivel. Finalizada esta etapa y con la expansión de las investigaciones tropicales de flora y fauna, el edificio fue asignado formalmente a STRI en 1968. En la década de los 80's y dado el crecimiento de STRI, sus oficinas principales se mudaron al actual sitio donde originalmente tuvo su asentamiento el Hotel Tívoli. Durante 1980 a 1990 el edificio fue nuevamente remodelado y posteriormente asignado como CTPA (Anexo I, Fig. 4).

El Centro de Paleoecología y Arqueología Tropical tiene como objetivo principal compilar la historia integral del hábitat tropical y sus organismos. Científicos, becarios y asistentes de investigación estudian el origen geológico del norte de Suramérica y el istmo centroamericano y sus consecuencias ecológicas y evolutivas, la evolución de los bosques tropicales, el comienzo de la colonización humana que incluye el origen de la agricultura tropical y la expansión de las culturas precolombinas, reuniendo de esta manera investigación en diversos campos como la paleontología, paleoecología, geología, arqueología y antropología.

Las instalaciones del CTPA están diseñadas y equipadas con laboratorios químicos, cuarto para lavado de muestras, cuarto frío, equipo Livingston completo para obtención de sedimentos lacustres cuaternarios, barrenos para obtención de sedimentos secos y las herramientas básicas para trabajo de campo geológico y arqueológico, incluyendo instrumentos para corte de rocas y pulimento para obtención de secciones delgadas, así como bomba de vacío y compresor para limpieza de material paleontológico. Igualmente, en el edificio se guardan colecciones de investigación de polen y fósiles marinos y terrestres (Anexo I, figs. 5 a 7).

El procesamiento de laboratorio se enfoca principalmente en la extracción de la materia orgánica y granos de polen de muestras fósiles, sedimentos cuaternarios y muestras modernas de herbario o botones florales. Adicionalmente se realizan procesos para extracción de fitolitos, granos de almidón, foraminíferos, dinoflagelados, diatomeas, carbón, nanoplancton, cutículas fósiles y modernas, entre otros. Para el reconocimiento, análisis y procesamiento de la información paleoecológica generada, se cuenta con microscopios de gama baja a alta, con sistemas de contraste de fase, Normanski-DCI, Epi-fluorescencia y polarización, equipados con sistemas y software de fotografía digitalizada, así como programas específicos para interpretación geológica.

## 2 Colecciones Palinológicas en el CTPA

Colecciones oficiales sólo son permitidas en los museos de SI Washington, principalmente en el Museo Nacional de Historia Natural (NMNH por sus siglas en inglés). En STRI reposan 6 colecciones de investigación de polen moderno, que en total sobrepasan los 35.000 micropreparados los cuales incluyen representantes de los grupos superiores Cryptogamae, Gymnospermae y Angiospermas (mono y eudicotiledoneas).

Aunque las colecciones se mantienen separadas, todas hacen parte del repositorio CTPA y son de acceso libre para su consulta (Anexo II, figs. 1 a 5). Sólo una de las colecciones, incluye una pequeña sección de polen fósil, como se detalla a continuación.

### **2.1 Colección de polen y esporas de la Isla de Barro Colorado, Panamá**

Estatus: Informal. Colección de polen moderno tropical de zonas bajas.

Propietario: STRI - Dr. David Roubik.

Fecha de creación: 1979-1985

Repositorio: CTPA-STRI, Panamá. Los micropreparados se encuentran ubicados en 29 cajas organizadas alfabéticamente por familia (Anexo II, Fig. 3).

Características: 2 réplicas completas, originalmente 1269 preparados cada una, 75% acetolizados y montados en gelatina glicerizada, obtenidos de botones florales de colecciones de herbario, intercambio y donaciones. Actualmente aumentada a 2000 especies. Residuos de las preparaciones se mantienen en frascos plásticos conservados en glicerina.

A principios de los años 80, por el arribo de la abeja africana a Panamá desde Brazil, el Dr. D. Roubik STRI, diseñó un ambicioso programa de estudios de polen colectado por esta especie de abeja que permitiera su comparación con abejas nativas e italianas de la región para conocer los efectos de su presencia con respecto a la competencia por alimento. Fue así como nació la idea de hacer una colección de polen de referencia que permitiera la identificación de la flora visitada por estos insectos.

La colección de polen recopila el 90% de las especies reportadas en la *Flora of Barro Colorado Island* (Croat 1986), monumento natural administrado por STRI. Consecuencia de este proyecto se encuentra plasmada en el libro *Pollen and Spores of Barro Colorado Island* (Roubik y

Moreno 1991) considerado como el atlas pionero para zonas bajas tropicales, de amplia difusión y uso a nivel internacional, el cual recopila en un solo volumen las especies tropicales representativas, acompañadas de descripciones y fotografías en blanco y negro. La información está impresa y no existe una base de datos para su consulta, aunque sus figuras pueden ser obtenidas en forma gratuita en la siguiente dirección: <http://www.stri.si.edu/sites/roubik/>.

La colección está compuesta por cerca de 165 familias, 875 géneros y 2000 especies, con representación en menor escala de especies de Centroamérica y norte de Suramérica.

### **2.2 Colección de polen de Fortuna, Chiriquí, Panamá**

Estatus: Informal. Colección de polen moderno de bosque bajo tropical nuboso.

Propietario: STRI - Dr. David Roubik.

Fecha de creación: 1997

Repositorio: Tupper-STRI, Panamá. Las placas se encuentran ubicadas en 20 cajas organizadas alfabéticamente por familia.

Características: cuenta con aproximadamente 2000 preparados palinológicos de especies botánicas modernas, 100% acetolizadas y montadas en gelatina glicerizada, obtenidas de botones florales de plantas colectadas en campo. Muestras originales y residuos de las preparaciones conservados en glicerina, son mantenidos en el CTPA.

El proyecto destinado a la elaboración de la flora palinológica del bosque nuboso de la Estación Biológica de Fortuna en Chiriquí, Panamá, el mejor conocido en Centro America, se deriva de la preparación de botones florales de las especies colectadas en campo por el Dr. D. Roubik, las cuales contaron con el respaldo del Dr. G. McPherson del Jardín Botánico de Missouri, quien había puesto a la disposición de investigadores un listado de

casi 2000 especies conocidas de la región de Fortuna, así como el valioso aporte de la Dra. M. Correa y la Lic. C. Galdames del STRI. No existe una base de datos para su consulta.

### **2.3 Colección de polen de la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México**

Estatus: Informal. Colección de polen moderno tropical de selva mediana y baja subcaducifolia.

Propietario: CIQRO-México y STRI - Dr. David Roubik (duplicado).

Fecha de creación: 1990

Repositorio: CTPA-STRI, Panamá. Las placas se encuentran ubicadas en siete cajas organizadas alfabéticamente por familia.

Características: cuenta con aproximadamente 700 preparados palinológicos de especies botánicas modernas, 100% acetolizadas y montadas en gelatina glicerizada, obtenidas de botones florales de colecciones de herbario y colectas en campo.

El estudio del polen de la flora de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Yucatán, México y la colección derivada del mismo, tuvo como objetivo principal compilar información sobre la relación planta-abejas así como contribuir con los estudios melisopalínológicos desarrollados desde 1987 en el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO).

Esta colección cuenta con 104 familias, 397 géneros y 650 especies de Angiospermas representativas de varios tipos de vegetación: selva mediana y baja subcaducifolia, selva baja inundable, marisma, manglar, dunas costeras y asociaciones secundarias. No existe una base de datos para su consulta.

Como producto de este trabajo se publicó el libro *Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico* (Palacios *et al.* 1991), el cual contiene la descripción de aproximadamente el 50% de las especies

de fanerógamas que se han reportado en la reserva e incluye laminas con fotografías de todos los granos de polen. Este Atlas junto con el anteriormente mencionado de la isla Barro Colorado constituyen los dos textos principales que compilan información completa de los tipos de polen de la flora tropical americana.

### **2.4 Colección de polen de Amazonas, Brazil**

Estatus: Informal. Colección de polen moderno, flora tropical de zonas bajas, Amazonía brasilera.

Propietario: STRI - Dr. Dolores Piperno.

Fecha de creación: 1996

Repositorio: CTPA-STRI, Panamá; réplicas enviadas a los herbarios de New York (NYBG), Chicago (FMNH) y Washington (USNH). Las placas se encuentran ubicadas en 12 cajas organizadas alfabéticamente por familia (Anexo II, Fig. 5).

Características: 6 réplicas completas, 1215 preparados cada una, 100% acetolizados y montados en gelatina glicerizada, obtenidos de flores secas de herbarios. Muestras originales y residuos de las preparaciones conservados en glicerina, son mantenidos en el CTPA.

Paul Colinvaux, ecólogo, estudioso del cuaternario suramericano, durante su permanencia en STRI, impulsó la construcción de una colección de polen que recopilara al menos los principales géneros representativos de la inmensa flora amazónica, calculada en cerca de 80.000 especies y que permitiera reconocer botánicamente los granos de polen recuperados de sedimentos lagunares con el objeto de reconstruir la flora y sus cambios desde la última glaciación hasta el presente. Para el efecto se visitaron los herbarios de NYBG, FMNH y USNH. Con base en esta colección se publicó el libro *Amazon Pollen Manual and Atlas - Manual e Atlas Palinológico da Amazônia* (Colinvaux *et al.* 1999). Posterior al retiro de Colinvaux la colección fue asignada bajo la dirección

de la Dra. Dolores Piperno, STRI-NMNH, la cual mantiene este estatus hasta la fecha. La colección está compuesta por cerca de 150 familias, 850 géneros y 1215 especies botánicas exclusivas de la gran cuenca del Amazonas, Suramérica. No existe una base de datos para su consulta.

### **2.5 Colección de polen y esporas recientes de Joan Nowicke, NMNH**

Estatus: Formal. Colección de polen moderno, cosmopolita, continente americano principalmente.

Propietario: NMNH.

Fecha de creación: 1991

Repositorio: NMNH con un juego completo prestado al CTPA-STRI, Panamá. Las placas se encuentran ubicadas en 82 cajas organizadas alfabéticamente por familia (Anexo II, fig. 4).

Características: cuenta con aproximadamente 5229 preparados, 90% acetolizados y montados en gelatina glicerizada, obtenidos de especímenes de herbario, contribuciones e intercambios institucionales. Colección compuesta por esporas fúngicas, esporas de helechos y briófitos y polen de angiospermas y gimnospermas.

La división de palinología en el Departamento de Botánica del NMNH, inició en 1974, pero fue hasta el año 1991 que la Botánica curadora Joan W. Nowicke organizó la colección de polen moderno como soporte a sus investigaciones. A través de los años Nowicke incrementó el número de preparados incluyendo diferentes floras y regiones del continente Americano. La colección, catalogada como cosmopolita, comprende 263 familias de Angiospermas (38 monocotiledóneas y 225 eudicotiledóneas), 8 familias de gimnospermas, 26 familias de pteridofitas, 2 de musgos y 8 de hongos, abarcando un amplio espectro geográfico, incluyendo países como Costa Rica, Nicaragua, Panamá, Honduras, México, Bélize, Colombia, Surinam, Perú, Bolivia,

Argentina, Ecuador, Brasil, Venezuela, Paraguay, Chile, Cuba, República Dominicana, Estados Unidos, Alaska, Japón, China, Hong Kong, Irán, Filipinas, Borneo, Tailandia, Sumatra, Sri Lanka, India, Nepal, Nueva Caledonia, Australia, Nueva Zelanda, Tanzania, Kenia, Uganda, Nueva Guinea, Mauritania, Camerún, Francia, Portugal, Alemania, Rumania, España, Grecia y Rusia.

Más de 70 publicaciones formales bajo su autoría así como innumerables intercambios y citaciones de colaboraciones, acompañan el legado de esta colección (ver sección de referencias bibliográficas). Nowicke, al retirarse de la institución, cedió un duplicado de su colección a STRI. La colección completa reside en el NMNH. No existe una base de datos para su consulta.

### **2.6 Colección de polen y esporas recientes de Alan Graham**

Estatus: Formal. Colección de polen y esporas modernos, con procedencia Tropical, Caribe, Antillas, Centro y Suramérica.

Propietario: NMNH.

Fecha de creación: 1954

Repositorio: NMNH en préstamo a CTPA-STRI, Panamá. Las placas están ubicadas en 487 cajas organizadas alfabéticamente por familia (Anexo II, fig. 1). Residuos de las preparaciones se mantienen en frascos de vidrio y son conservados en gelatina glicerizada y unos pocos en alcohol.

Características: cuenta con aproximadamente 25.000 preparados de especies botánicas modernas, 85% acetolizados y montados en bálsamo de Canadá, obtenidos de especímenes de herbario, colectas en campo, intercambios y donaciones institucionales. La colección incluye zigosporas de algas y esporas fúngicas, esporas de briófitos y helechos y polen de angiospermas y gimnospermas.

Esta colección inició en 1954 como parte del Laboratorio de Palinología del Herbario de la Universidad de Texas,

mediante la colección de botones florales de plantas en campo y especímenes de herbario, para luego expandirse a través de intercambios con numerosos laboratorios en el mundo. La mayoría de las muestras fueron preparadas en Texas, Michigan, Harvard y Kent, y otras fueron recibidas a través de intercambios con Erdtman en Estocolmo, Van Campo en París, Van der Hammen en Amsterdam, Barghoorn en Harvard, Jarzen en Ottawa, Nowicke en Washington, el Servicio Geológico de Estados Unidos y la UNAM; aunque presenta una amplia cobertura geográfica, tiene énfasis en la vegetación de América, constituyéndose así como una de las más completas colecciones de polen neotropical en el mundo.

Las preparaciones están acompañadas por un fichero metálico que contiene tarjetas organizadas por género con la información correspondiente al herbario de procedencia y al espécimen voucher, así como a la institución con la que se hizo el intercambio (Anexo II, fig. 1c).

## **2.7 Colección de palinomorfos fósiles de Alan Graham**

Estatus: Formal. Colección de palinomorfos fósiles procedentes de rocas y sedimentos de formaciones neógenas americanas.

Propietario: NMNH.

Fecha de creación: 1954

Repositorio: NMNH en préstamo a CTPA-STRI, Panamá. Las muestras se encuentran ubicadas en 51 cajas organizadas en estantes de acuerdo con su localización geográfica (Anexo II, fig. 2).

Características: cuenta con aproximadamente 3185 preparados de rocas y sedimentos montados en bálsamo de Canadá. Las colecciones contienen dinoflagelados, granos de polen, fungiesporas, esporas de pteridofitas y briofitas. Los residuos de las preparaciones se mantienen en frascos de

vidrio y son conservados en gelatina glicerizada.

El 48% de las muestras proceden de Centro América, las cuales comprenden el Mioceno medio (Formación Paraje Solo) y transición Oligoceno/Mioceno (Formación La Quinta) en México, transición Mioceno/Plioceno (Formación Pedro Miguel) y Plioceno (Formación Herrería) en Guatemala, Plioceno (Formación Río Banano) y Mioceno temprano (Formación Uscari) en Costa Rica, Eoceno tardío (Formación Gatuncillo), Mioceno temprano/ medio (Formaciones Culebra, La Boca y Cucaracha) y Mioceno tardío (Formación Gatún) en Panamá; el 26% lo comprenden el Mioceno de Oregón y el Devónico, Pennsylvaniano y Mississippiano de Ohio en Estados Unidos, y el 25% son muestras procedentes del Caribe constituidas por el Eoceno de Jamaica (Formación Chapelton/Guys Hill), Oligoceno temprano y medio (Formación San Sebastián) en Puerto Rico, Eoceno Medio (Formación Saramaguacán) en Cuba y el Plioceno Medio (Formación Artibonite) en Haití. Finalmente, se encuentra la transición Mioceno/ Plioceno de Bolivia, equivalente al 1% de la colección.

Las colecciones cuentan con tarjetas indexadas que contienen información sobre la identidad del microfósil y coordinadas en *England Finder* para su localización en la placa, así como la información de su procedencia, formación, edad de los sitios, y afinidades naturales. Del estudio y análisis de estas colecciones por parte del Dr. Graham y colaboradores se derivan numerosos trabajos que abordan la historia geológica de linajes como Asteraceae (Graham 1996), Fabaceae (Graham 1992), Lythraceae (Graham y Graham 1971), Rhizophoraceae (Graham 2006), *Pelliciera* (Graham 1977) y Rubiaceae (Graham 2009), así como la evolución geológica e historia de las comunidades vegetales de los ecosistemas tropicales de América durante el Cretácico

y Cenozoico tardío (ver sección de referencias bibliográficas).

### 3 Base de Datos Morfológica de Polen

Se ha diseñado una base de datos morfológica relacional de libre acceso (Jaramillo y Rueda, 2013: <http://biogeodb.stri.si.edu/jaramillo/paly-nomorph/>) que incluye descripciones palinológicas de las colecciones del centro de investigación, así como descripciones de todas las especies fósiles de polen y esporas descritas para el Neotrópico desde el Cretácico Inferior hasta el Plioceno. Esta base de datos ha sido diseñada utilizando *MySQL* y es administrada mediante una interfaz web apoyada en el framework *Symfony 1.4*. Hasta el momento se ha ingresado información de polen reciente de siete familias: Acanthaceae, Bignoniaceae, Humiriaceae, Malvaceae-Bombacoideae, Meliaceae, Menispermaceae y Sapotaceae, para un total de 660 especies recientes incluidas, mientras que las especies fósiles llegan a 2700. La base de datos es actualizada constantemente y ha operado durante los últimos 15 años apoyada por el Instituto Colombiano del Petróleo (2001-2011) y STRI (2005-hasta el presente), y con la ayuda de innumerables palinólogos e instituciones que nos han permitido fotografiar algunas de las especies o han ayudado con las descripciones, incluyendo a Felipe de la Parra, Vernie Sagun, Jorge Enrique Moreno, Giovanni Bedoya, Millerlandy Romero, Diana Ochoa, Carlos Sanchez, Guillermo Rodriguez, Lineth Contreras, Paula Mejia, Pilar Lopera, Silane Da Silva,

### Referencias

Colinvaux, P., De Oliveira, P.E. & Moreno, J.E. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas – Manual e Atlas Palinológico da Amazônia*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 332p.

Carlos Santos, Carolina Vargas, Francy Carvajal, Fatima Leite, Pi Willumsen, Andrés Pardo, Patrice Brenac y el acceso a las colecciones de PETROBRAS, PDVSA, University of Amsterdam, Smithsonian Museum of Natural History, Museum of Natural History of Paris, Jan Du Chene collection, Florida Museum of Natural History, British Museum of Natural History y GNS Science.

La terminología se rige por la propuesta de Punt *et al.* (2007). La página principal consta de cuatro módulos: polen, esporas, dinoflagelados y publicaciones. En el módulo polen la opción de búsqueda consta de seis pestañas, las cuales permiten la realización de consultas por sus atributos: Información general, Forma, Características de la exina, Aberturas, Comparaciones y Metadatos existentes (Anexo III, Figs. 1 a 8); así mismo, es posible visualizar la descripción palinológica de una especie en particular, para lo cual se despliegan los atributos mencionados, acompañados de mediciones, la fotografía correspondiente del taxón (usualmente el holotipo o paratipo), y cronoestratigrafía en caso de secuencias geológicas. En el Anexo IV (Figs. 1 a 10) se muestra un ejemplo de esta última opción de consulta.

### 4 Consideraciones finales

Las instalaciones del CTPA de STRI son repositorio de la colección palinológica más completa y representativa de la flora palinológica de América Tropical, y estamos en el proceso de digitalizar todas nuestras colecciones para que puedan ser usadas por el público en general.

Croat, Th.B. 1978. *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford Univ. Press, California, 943p.

Graham, A. 1977. New records of *Pelliceria* (Theaceae/ Pelliceriaceae) in the Tertiary of the Caribbean. *Biotropica*, 9 (1): 48-52.

Graham, A. 1992. The current status of the legume fossil record in the Caribbean

- region. En: Herendeen, P.S. & Dilcher, D.L. (eds.), *Advances in Legume Systematics: 4. The Fossil Record*. The Royal Botanic Gardens, Kew, pp: 161-167.
- Graham, A. 1996. *A contribution to the geologic history of the Compositae*. En: Hind, D.J.N. & Beentje H.J. (eds.). *Compositae: Systematics*. Proc. International Compositae Conference, Kew (1994), Hind, D.J.N. (editor-in-Chief), The Royal Botanic Gardens, Kew, 1: 123-140.
- Graham, A. 2006. Paleobotanical evidence and molecular data in reconstructing the historical phylogeography of Rhizophoraceae. Symposium Latin American Biogeography- Causes and Effects. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 93: 325-334.
- Graham, A. 2009. Fossil record of the Rubiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 96: 90-108.
- Graham, A. & Graham, S.A. 1971. The Geologic History of the Lythraceae. *Brittonia*, 23(4): 335-346.
- Jaramillo, C. & Rueda, M. 2012/2013. *A Morphological Electronic Database of Cretaceous-Tertiary and Extant pollen and spores from Northern South America*.  
<http://biogeodb.stri.si.edu/jaramillo/palynomorph/>
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1-81.
- Roubik, W.D. & Moreno, J.E. 1991. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. Missouri Botanical Garden, Monographs in Systematic Botany, Vol. 36, 251p.
- (Labiatae). *Systematic Botany*, 18(3): 502-515.
- Ashton, P.S., Meselson, M., Nowicke, J.W., Robinson, J.P.P. & T.D. Seeley. 1985. Chemical warfare evidence unconvincing. *Nature*, 315(6017): 284-284.
- Baum, V.M., Reveal, J.L. & Nowicke, J.W. 1983. *Pulchranthus* (Acanthaceae), a new genus from northern South America. *Systematic Botany*, 8: 211-220.
- Berry, P.E., Stein, B.A., Carlquist, S. & Nowicke, J.W. 1988. *Fuchsia pachyrrhiza* (Onagraceae), a tuberous new species and section of *Fuchsia* from western Peru. *Systematic Botany*, 13(4): 483-492.
- D'Arcy, W.D., Nowicke, J.W. & Robertson, K.R. 1992. A tribute to Walter H. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 79(1): 1-7.
- Dickinson, W.C., Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1982. Pollen morphology of the Dilleniaceae and Actinidiaceae. *Amer. J. Bot.*, 69(7): 1055-1073.
- Gillespie, L.J. & Nowicke, J.W. 1994. Systematic implications of pollen morphology in *Gnetum*. *Acta Botanica Gallica*, 141(2): 131-139.
- Goldblatt, P., Nowicke, J.W., Mabry, T.J. & Behnke, H.D. 1976. Gyrostemonaceae: status and affinity. *Botaniska Notiser*, 129: 201-206.
- Graham, A., Nowicke, J.W., Skvarla, J.J., Graham, S.A., Patel, V. and Lee, S. 1985. Palynology and systematics of the Lythraceae. I. Introduction and genera *Adenaria* through *Ginoria*. *Amer. J. Bot.*, 72(7): 1012-1031.
- Graham, A., Nowicke, J.W., Skvarla, J.J., Graham, S.A., Patel, V. & Lee, S. 1987. Palynology and systematics of the Lythraceae. II. Genera *Haitia* through *Peplis*. *Amer. J. Bot.*, 74(6): 829-850.
- Graham, A., Graham, S.A., Nowicke, J.W., Patel, V. & Lee, S. 1990. Palynology and systematics of the Lythraceae. III. Genera *Physocalymma* through *Woodfordia*, addenda, and conclusions. *Amer. J. Bot.*, 77(2): 159-177.
- Miller, J.S. & Nowicke, J.W. 1989. Sectional placement of some problematic *Cordia* species (Boraginaceae). *Systematic Botany*, 14(3): 271-280.

#### Referencias selectas (polen moderno)

- Abu-Asab, M.S. & Nowicke, J.W. 1991. No. 419: Pollen ultrastructure suggests new relationships in the Lamiales. *Amer. J. Bot.*, 78(6): 162.
- Abu-Asab, M.S., Cantino, Ph.D., Nowicke, J.W. & Sang, T. 1993. Systematic implications of pollen morphology in *Caryopteris*



- Miller, J.S. & Nowicke, J.W. 1990. Dioecy and a reevaluation of *Lepidocordia* and *Antrophora* (Boraginaceae: Ehretioideae). *Amer. J. Bot.*, 77(4): 543-551.
- Nowicke, J.W. 1966. Pollen morphology and classification of the Pyrolaceae and Monotropaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 53(2): 213-219.
- Nowicke, J.W. 1969. Palynotaxonomic study of the Phytolaccaceae. *Ann. Missouri Bot.*, 55(3): 294-363.
- Nowicke, J.W. 1970a. Pollen Morphology in the Nyctaginaceae: I. Nyctagineae (Mirabileae). *Grana*, 10(2): 79-88.
- Nowicke, J.W. 1970b. Type-photographs of the Panamanian collections of BC Seemann. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 57(3): 352-358.
- Nowicke, J.W. 1970c. Flora of Panama. 8. Family 162. Apocynaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 57(1): 59.
- Nowicke, J.W. 1971. Flora of Panama. VI. Family 111. Rhamnaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 58(3): 267-283.
- Nowicke, J.W. 1974a. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. *Brittonia*, 26(1): 37-41.
- Nowicke, J.W. 1974b. Three new species of *Tournefortia* (Boraginaceae) from the Andes and comments on the manuscripts of EP Killip. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 101(5): 229-234.
- Nowicke, J.W. 1984. A palynological study of the Pandaceae. *Pollen et Spores*, 26(1): 31-42.
- Nowicke, J.W. 1994a. A palynological study of Crotonoideae (Euphorbiaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 81(2): 245-269.
- Nowicke, J.W. 1994b. *Pollen morphology and exine ultrastructure*. En: H.d. Behnke et al. (eds.): *Caryophyllales*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp: 167-221.
- Nowicke, J.W. 1996. Pollen morphology, exine structure and the relationships of Basellaceae and Didiereaceae to Portulacaceae. *Systematic Botany*, 21(2) 187-208.
- Nowicke, J.W. & Epling, C.C. 1969. Flora of Panama. Part IX. Family 169. Labiatae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 56(1): 71-111.
- Nowicke, J.W. & Meselson, M. 1984. Yellow rain. A palynological analysis. *Nature*, 309(5965): 205-206.
- Nowicke, J.W. & Miller, J.S. 1989. Pollen morphology and the relationships of Hoplestigmataceae. *Taxon*, 38(1): 12-16.
- Nowicke, J.W. & Miller, J.S. 1990. *Pollen morphology of the Cordioideae* (Boraginaceae): *Auxemma*, *Cordia*, and *Patagonula*. En: Hesse, M. & Ehrendorfer, F. (Eds.): *Morphology, Development, and Systematic Relevance of Pollen and Spores*. Springer Vienna. Pl. Syst. Evol. [Suppl.5]: 103-121
- Nowicke, J.W. & Ridgway, J.E. 1973. Pollen studies in the genus *Cordia* (Boraginaceae). *Amer. J. Bot.*, 60(6): 584-591.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1974. A palynological investigation of the genus *Tournefortia* (Boraginaceae). *Amer. J. Bot.*, 61(9): 1021-1036.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1977a. Pollen morphology and the relationship of the Plumbaginaceae, Polygonaceae, and Primulaceae to the order Centrospermae. *Smithsonian Contrib. Bot.*, 37: 1-7.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1977b. The pollen morphology of the order Ranunculales and its systematic significance. En: *Bot. Soc. Amer. Misc. Ser. Publ. Abstracts of Papers, Meetings Botanical Society of America and affiliated groups*, 154: 21-26.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1979. Pollen morphology: the potential influence in higher order systematics. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 66(4): 633-700.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1981. Pollen morphology and phylogenetic relationships of the Berberidaceae. *Smithsonian Contrib. Bot.*, 50: 1-83.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1982. Pollen morphology and the relationships of *Circaeaster*, of *Kingdonia*, and of *Sargentodoxa* to the Ranunculales. *Amer. J. Bot.*, 69(6): 990-998.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1983a. A palynological study of the genus *Helleborus* (Ranunculaceae). *Grana*, 22(3): 129-140.

- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1983b. Pollen morphology and the relationships of the Corynocarpaceae. *Taxon*, 32(2): 176-183.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1984. Pollen morphology and the relationships of *Simmondsia chinensis* to the order Euphorbiales. *Amer. J. Bot.*, 71(2): 210-215.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1995. *Pollen morphology. Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigsten Arten, insbesondere der Nutzpflanzen.* 2nd edn, 17a Berlin: Duncker and Humblot.
- Nowicke, J.W. & Takahashi, M. 2002. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), Part 4: Tribes Acalyphaeae pro parte (*Erythrococca*, *Claoxylon*, *Claoxylopsis*, *Mareya*, *Mareyopsis*, *Discoclaoxylon*, *Micrococca*, *Amyrea*, *Lobanilia*, *Mallotus*, *Deuteromallotus*, *Cordemoya*, *Cococeras*, *Trewia*, *Neotrewia*, *Rockinghamia*, *Octospermum*, *Acalypha*, *Lasiococca*, *Spathiostemon*, *Homonoia*), Plukenetieae (*Haematostemon*, *Astrococcus*, *Angostyles*, *Romanoa*, *Eleutherostigma*, *Plukenetia*, *Vigia*, *Cnesmone*, *Megistostigma*, *Sphaerostylis*, *Tragiella*, *Platygyyna*, *Tragia*, *Acidoton*, *Pachystylidium*, *Dalechampia*), Omphaleae (*Omphalea*), and discussion and summary of the complete subfamily. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 121(3): 231-336.
- Nowicke, J.W., Bittner, J.L. & Skvarla, J.J. 1986. *Paeonia*, exine substructure and plasma ashing. *Linnean Society symposium series*, 12: 81-95.
- Nowicke, J.W., Miller, J.S. & Bittner, J.L. 1988. Pollen morphology of *Cordia sebestena* and *C. subcordata* (Boraginaceae). *J. Palynol.*, 23(24): 59-64
- Nowicke, J.W., Patel, V. & Skvarla, J.J. 1985. Pollen morphology and the relationships of *Aëtioxylon*, *Amyxa*, and *Gonystylus* to the Thymelaeaceae. *Amer. J. Bot.*, 72(7): 1106-1113.
- Nowicke, J.W., Shetler, S.G. & Morin, N.R. 1991. No. 538: Exine structure of pantoporate *Campanula* species. *Amer. J. Bot.*, 78(6): 207-208.
- Nowicke, J.W., Shetler, S.G. & Morin, N.R. 1992. Exine structure of pantoporate *Campanula* (Campanulaceae) species. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 79(1): 65-80.
- Nowicke, J.W., Skvarla, J.J. & Raven, P.H. 1984. "Berry PEof, the, genus, *Fuchsia*, (Onagraceae). A palynological study of the genus *Fuchsia* (Onagraceae)." *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 71(1): 35-91.
- Nowicke, J.W., Takahashi, M. & Webster, G.L. 1998. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae) Part 1. Tribes Clutieae (*Clutia*), Pogonophoreae (*Pogonophora*), Chaetocarpeae (*Chaetocarpus*, *Trigonopleura*), Pereaee (*Pera*), Cheiloseae (*Cheilosa*, *Neoscortechinia*), Erismantheae pro parte (*Erismanthus*, *Moultonianthus*), Dicoelieae (*Dicoelia*), Galearieae (*Galearia*, *Microdesmis*, *Panda*) and Ampereae (*Amperea*, *Monotaxis*). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 102(3): 115-152.
- Nowicke, J.W., Takahashi, M. & Webster, G.L. 1999. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae): part 2. Tribes Agrostistachydeae (*Agrostistachys*, *Pseudagrostistachys*, *Cyttaranthus*, *Chondrostylis*), Chrozophoreae (*Speranskia*, *Caperonia*, *Philyra*, *Ditaxis*, *Argythamnia*, *Chiropetalum*, *Doryxylon*, *Sumbaviopsis*, *Thyrsanthera*, *Melanolepis*, *Chrozophora*), Caryodendreae (*Caryodendron*, *Discoglyprena*, *Alchorneopsis*), Bernardieae (*Bernardia*, *Necepsia*, *Paranecepsia*, *Discocleidion*, *Adenophaedra*) and Pycnosomeae (*Pycnocomma*, *Droceloncia*, *Argomuellera*, *Blumeodendron*, *Podadenia*, *Ptychopyxis*, *Botryophora*). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 105(1): 1-62.
- Poston, M.S. & Nowicke, J.W. 1990. A reevaluation of *Klaprothia* and *Sclerothrix* (Loasaceae: Klaprothieae). *Systematic Botany*, 15(4): 671-678.
- Poston, M.E. & Nowicke, J.W. 1991. No. 545: Pollen morphology and ultrastructure in Gronovioideae (Loasaceae). *Amer. J. Bot.*, 78(6): 210.

- Poston, M.E. & Nowicke, J.W. 1993. Pollen morphology, trichome types, and relationships of the Gronovioideae (Loasaceae). *Amer. J. Bot.*, 80(6): 689-704.
- Praglowksi, J., Skvarla, J.J., Raven, P.H. & Nowicke, J.W. 1983. *World Pollen Spore Flora: 12. Onagraceae Juss. Fuchsiae L./Jussiaeae L.* Stockholm, Almqvist and Wiksell Periodical Company.
- Praglowksi, J., Nowicke, J.W., Raven, R.H., Skvarla, J.J. & Wagner, W.L. 1987. Onagraceae Juss Onagreae R. Raimann pro parte. *World Pollen Spore Flora*, 15: 1-55.
- Praglowksi, J., Nowicke, J.W., Skvarla, J.J., Hoch, P.C., Raven, P.H. & Takahashi, M. 1994. *Onagraceae Juss., Circaeae DC., Hauyae Raimann, Epilobieae Spach.* Oslo: Scandinavian University Press, 38p.-illus.
- Seeley, T.D., Nowicke, J.W., Meselson, M., Guillemin, J. & Akwatanakul, P. 1985. Yellow Rain. *Scientific American*, 253(3): 128-137.
- Skvarla, J.J. & Nowicke, J.W. 1976. The structure of the exine in the order Centrospermae. *Plant Syst. Evol.*, 126(1): 55-78.
- Skvarla, J.J. & Nowicke, J.W. 1979. The morphology of the exine in *Nigella* (Ranunculaceae). *Amer. J. Bot.*, 66(2): 162-165.
- Skvarla, J.J. & Nowicke, J.W. 1982. Pollen fine structure and relationships of *Achatocarpus* Triana and *Phaulothamnus* A. Gray. *Taxon*, 31(2): 244-249.
- Takahashi, M., Nowicke, J.W. & Webster, G.L. 1995. A note on remarkable exines in Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *Grana*, 34(5): 282-290.
- Takahashi, M., Nowicke, J.W., Webster, G.L., Orli, S.S. & Yankowski, S. 2000. Pollen morphology, exine structure, and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), part 3: Tribes Epiprineae (*Epiprinus*, *Symphyllia*, *Adenochlaena*, *Cleidocarpon*, *Koiledepas*, *Cladogynos*, *Cephalocrotonopsis*, *Cephalocroton*, *Cephalomappa*), Adelieae (*Adelia*, *Crotonogynopsis*, *Enriquebeltrania*, *Lasiocroton*, *Leucocroton*), Alchorneae (*Orfilea*, *Alchornea*, *Coelebogyne*, *Aparisthmium*, *Bocquillonina*, *Conceveiba*, *Gavarretia*), Acalyphaeae pro parte (*Ricinus*, *Adriana*, *Mercurialis*, *Leidesia*, *Dysopsis*, *Wetria*, *Cleidion*, *Sampantaea*, *Macaranga*). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 110(1): 1-66.
- Terrell, E.E., Lewis, W.H., Robinson, H. & Nowicke, J.W. 1986. Phylogenetic implications of diverse seed types, chromosome numbers, and pollen morphology in *Houstonia* (Rubiaceae). *Amer. J. Bot.*, 73(1): 103-115.
- Wen, J. & Nowicke, J.W. 1999. Pollen ultrastructure of *Panax* (the ginseng genus, Araliaceae), an eastern Asian and eastern North American disjunct genus. *Amer. J. Bot.*, 86(11): 1624-1636
- Woodson, R.E., Schery, R.W. & Nowicke, J.W. 1969. Flora of Panama. Part IX. Family 167. Boraginaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 56(1): 33-69.
- Woodson, R.E., Schery, R.W. & Nowicke, J.W. 1970. Flora of Panama. Part VIII. Family 162. Apocynaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 57(1): 59-130.
- Woodson, R.E., Schery, R.W. & Nowicke, J.W. 1971. Flora of Panama. Part VI. Family 111. Rhamnaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 58(3): 267-283.
- Woodson, R.E., Schery, R.W., Nowicke, J.W. and Epling, C.C. 1969. Flora of Panamá. Part IX. Family 169. Labiatae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 56(1): 71-111.

### Referencias selectas (polen fósil)

- Graham, A. 1963. Systematic Revision of the Sucker Creek and Trout Creek Miocene Floras of Southeastern Oregon. *Amer. J. Bot.*, 50(9): 921-936.
- Graham, A. 1975. Late Cenozoic Evolution of Tropical Lowland Vegetation in Veracruz, Mexico. *Evolution*, 29(4): 723-735.
- Graham, A. 1976. Studies in Neotropical Paleobotany. II. The Miocene Communities of Veracruz, Mexico. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 63(4): 787-842.
- Graham, A. 1985. Studies in Neotropical Paleobotany. IV. The Eocene

- Communities of Panama. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 72(3): 504-534.
- Graham, A. 1987a. Miocene Communities and Paleoenvironments of Southern Costa Rica. *Amer. J. Bot.*, 74(10): 1501-1518.
- Graham, A. 1987b. Tropical American Tertiary Floras and Paleoenvironments: Mexico, Costa Rica, and Panama. *Amer. J. Bot.*, 74(10): 1519-1531.
- Graham, A. 1988. Studies in Neotropical Paleobotany. VI. The Lower Miocene Communities of Panama, the Cucaracha Formation. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 75(4): 1467-1479.
- Graham, A. 1989. Studies in Neotropical Paleobotany. VII. The Lower Miocene Communities of Panama, the La Boca Formation. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 76(1): 50-66.
- Graham, A. 1990a. New Angiosperm Records from the Caribbean Tertiary. *Amer. J. Bot.*, 77(7): 897-910.
- Graham, A. 1990b. A late Tertiary microfossil flora from the Republic of Haiti. *Amer. J. Bot.*, 77(7): 911-926.
- Graham, A. 1991a. Studies in Neotropical Paleobotany. VIII. The Pliocene Communities of Panama. Introduction and Ferns, Gymnosperms, Angiosperms (Monocots). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 78(1): 190-200.
- Graham, A. 1991b. Studies in Neotropical Paleobotany. IX. The Pliocene Communities of Panama-Angiosperms (Dicots). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 78(1): 201-223.
- Graham, A. 1991c. Studies in Neotropical Paleobotany. X. The Pliocene Communities of Panama. Composition, Numerical Representations, and Paleocommunity Paleoenvironmental Reconstructions. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 78(2): 465-475.
- Graham A. 1997. Neotropical plant dynamics during the Cenozoic diversification, and the ordering of evolutionary and speciation processes. *Systematic Botany*, 22: 139-150.
- Graham A. 1998. Studies in neotropical paleobotany. XI. Late Tertiary vegetation and environments of southeastern Guatemala: Palynofloras from the Mio-Pliocene Padre Miguel Group and the Pliocene Herrería Formation. *Amer. J. Bot.*, 85: 1409-1425.
- Graham, A. 1999. Studies in neotropical paleobotany. XII. An Oligo-Miocene palynoflora from Simojovel (Chiapas, Mexico). *Amer. J. Bot.*, 86: 17-31.
- Graham, A. 2003a. Historical phyto geography of the Greater Antilles. *Brittonia*, 55: 357-383.
- Graham, A. 2003b. Geohistory models and Cenozoic paleoenvironments of the Caribbean region. *Systematic Botany*, 28: 378-386.
- Graham, A. & Jarzen, D.M. 1969. Studies in Neotropical Paleobotany. I. The Oligocene Communities of Puerto Rico. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 56(3): 308-357.
- Graham, A., Stewart, R.H. & Stewart, J.L. 1985. Studies in Neotropical Paleobotany. III. The Tertiary Communities of Panama-Geology of the Pollen-Bearing Deposits. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 72(3): 485-503.
- Graham, A. and Dilcher, D.L. 1998. Studies in neotropical paleobotany. XII. A palynoflora from the Pliocene Río Banano Formation of Costa Rica and the Neogene vegetation of Mesoamerica. *Amer. J. Bot.*, 85: 1426-1438.
- Graham, A, Cozadd, D., Areces-Mallea, A. and Frederiksen, N.O. 2000. Studies in Neotropical Paleobotany. XIV. A palynoflora from the middle Eocene Saramaguacán Formation of Cuba. *Amer. J. Bot.*, 87: 1526-1539.
- Graham, A., Gregory-Wodsicki, K.M. & Wright, K.L. 2001. Studies in neotropical paleobotany. XV. A Mio-Pliocene palynoflora from the Eastern Cordillera, Bolivia: Implications for the uplift history of the Central Andes. *Amer. J. Bot.*, 88: 1545-1557.

### ANEXO I. FOTOS DE LAS INSTALACIONES STRI-CTPA



Fig. 1. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) y sus subestaciones en la República de Panamá. Fig. 2. Centro Earls S. Tupper-STRI, sede principal. Fig. 3. Isla Barro Colorado. Fig. 4. Centro de Paleoeología y Arqueología Tropical (CTPA), Edificio 235, Avenida Gorgas, Balboa, Ancón, Panamá. Figs. 5ab. Vistas del laboratorio de paleoeología. Figs. 6ab. Sistemas de seguridad para procesamientos. Figs. 7ab. Módulos individuales, equipamiento de microscopios y repositorio colecciones de polen.

## ANEXO II. COLECCIONES DE POLEN DE STRI-CTPA



Fig. 1. Colección moderna A. Graham-NMNH 1a: vista general de los estantes; 1b: fichero con tarjetas individuales para cada especie. Fig. 2. Colección fósil A.Graham 2a: vista general; 2b: fichero con tarjetas individuales para cada especie. Fig. 3. Colección de la Isla Barro Colorado, Panamá 3a: vista general; 3b: residuos acetolizados. Fig. 4. Colección de J.W. Nowicke-NMNH. Fig. 5. Colección de Amazonas, Brazil. 5a: vista general, 5b: residuos acetolizados.

### ANEXO III. BASE DE DATOS PALINOLÓGICA

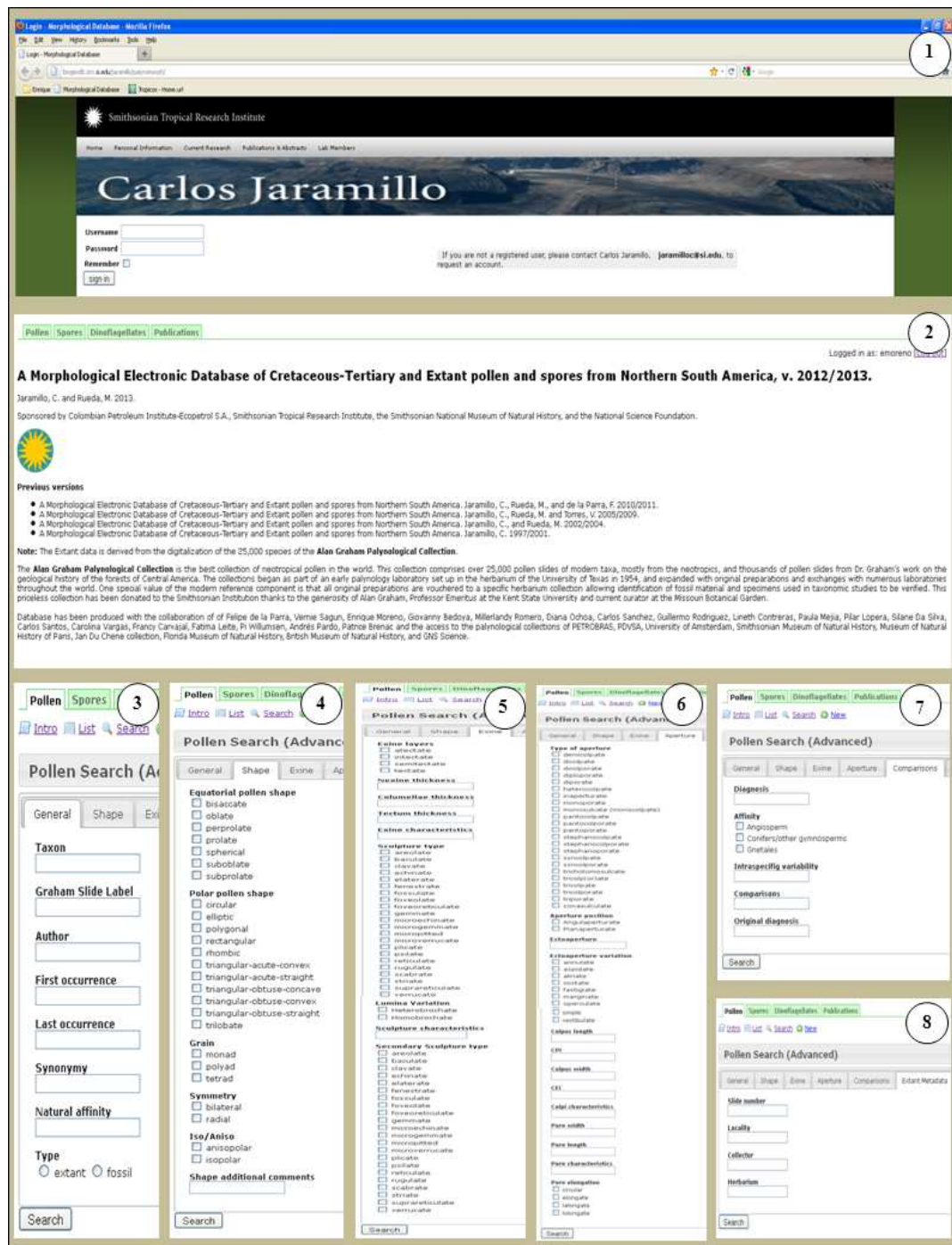


Fig. 1. Base de Datos morfológica C. Jaramillo-STRI, página de acceso. Fig. 2. Página principal con módulos: polen, esporas, dinoflagelados. Fig. 3. Pestaña general de búsqueda de polen y opciones. Fig. 4. Pestaña de búsqueda por forma. Fig. 5. Pestaña de búsqueda por tipo de exina. Fig. 6. Pestaña de búsqueda por tipo de apertura. Fig. 7. Pestaña de búsqueda por comparación. Fig. 8. Pestaña de búsqueda por metadatos.

## ANEXO IV. EJEMPLO DE REGISTRO PALINOLÓGICO

The figure displays ten numbered screenshots of a web-based palynological database interface for the species *Trichantera gigantea*. The interface is organized into several functional areas:

- 1. Taxon List:** A search results page showing a list of taxa with columns for ID, taxon name, and author.
- 2. General Information:** A summary page for the species, including its Dictionary ID, Taxon name, Graham Slide Label, Author, First Occurrence, Last Occurrence, Synonymy, Natural affinity, and Type.
- 3. Morphology:** A detailed view of the species' morphology, listing parameters such as Polar Diameter, Equatorial Diameter, Equatorial Length, Equatorial Width, Equatorial Shape, and Grain shape.
- 4. Exine Characteristics:** A section detailing the structure of the exine, including thicknesses of various layers (Nexine, Columella, Tectum, Exine, Sculpine) and sculpture types.
- 5. Aperture Characteristics:** A section detailing the characteristics of the aperture, including its type, position, and width.
- 6. Diagnosis and Comparisons:** A section providing a detailed diagnosis of the species and a comparison with other taxa.
- 7. Metadata:** A section providing metadata for the specimen, including Slide number, Locality, Collector, and Herbarium.
- 8. Measurements:** A table showing measurements for various parameters, such as Equatorial Diameter, Equatorial Length, and Equatorial Width.
- 9. Photographs:** A section displaying photographs of the pollen grains, with a note indicating that the user can click to enlarge the images.
- 10. Chronostratigraphy:** A section providing information on the chronostratigraphy of the species, including a table for FAD (First Appearance Datum) and LAD (Last Appearance Datum) data.

Fig. 1. Lista de taxa. Fig. 2. Información general. Fig. 3. Características de la forma. Fig. 4. Características de la exina. Fig. 5. Características de la abertura. Fig. 6. Diagnóstico y comparaciones. Fig. 7. Metadatos. Fig. 8. Medidas. Fig. 9. Fotografías. Fig. 10. Información cronoestratigráfica (cuando aplica).