

PLANTAS DEL CARBONÍFERO DE PARACAS, PERÚ: TESTIMONIOS DE UN INTERVALO DE CLIMA CON EFECTO INVERNADERO DURANTE EL VISEANO TARDÍO

Vera Alleman H.¹, Roberto Iannuzzi² & Hermann W. Pfefferkorn³

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Museo de Historia Natural, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
Apartado Postal 18-0131; e-mail: valleman@mail.urp.edu.pe

²Departamento de Paleontología e Estratigrafía, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 91.509-900

³Department of Earth and Environmental Science, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19104

Las plantas fósiles pueden servir como excelentes testimonios de las condiciones climáticas del pasado en que han vivido, a condición de descubrirlas en el sitio donde crecieron, o por lo menos en condiciones tales que un transporte post mortem no las haya distanciadas de su hábitat. Ese es el caso para la mayoría de las plantas de la localidad de Paracas y en especial para las que están presentes como bosques conservados *in situ* (Alleman & Pfefferkorn, 1991) y bajo otros indicadores tafonómicos. Las condiciones climáticas determinan cuáles son las plantas que pueden vivir en sitios específicos. No solamente la preferencia por parte de la planta se expresa a través de su crecimiento en un lugar dado, como uno puede concluir a partir de una lista taxonómica proporcionada, pero también sus rasgos anatómicos y morfológicos así como los rasgos de sus formas de crecimiento arquitectural dependen frecuentemente del clima. Por ejemplo, las palmeras y los helechos arborescentes que presentan troncos monocaules (no ramificados) provistos de hojas muy grandes (frondas) se encuentran únicamente hoy día bajo climas sin heladas. Hay toda indicación que eso es debido a la estructura arquitectural del árbol que tiene aspectos que no permiten la supervivencia de la planta bajo las condiciones de heladas. De parte de la planta, las hojas grandes representan una inversión grande que no puede ser prontamente repetida cada año. Una helada puede también matar con facilidad completamente una planta congelando su punta de crecimiento única (el meristemo apical). El conocimiento de la distribución exclusiva de un carácter específico de tipo anatómico, morfológico o arquitectural de una planta en un tipo climatológico dado puede ser utilizado para la comparación con un clima desconocido en el cual se desarrolló su vida, aunque el papel desarrollado por la causa del carácter particular todavía no esté muy bien comprendido.

La flora bien conocida del Carbonífero de Paracas, Perú, fue recientemente atribuida al Viseano Tardío (Carbonífero Inferior Tardío, Misisipiano) en correlación con las floras similares de Bolivia, Brasil, Nigeria, la Península Índica, y Australia (Iannuzzi & Pfefferkorn, 2002). La semejanza con las demás floras se aprecia en la Tabla 1.

Una comparación a nivel de especie demuestra que las floras de América del Sur (Perú, Bolivia, Brasil) presentan un índice de Jaccard semejante a las floras de Africa, India y Australia de 45-56 en contraposición con un índice de 11-16 para las flores más recientes del Carbonífero más antiguo encontradas en América del Sur (Iannuzzi & Pfefferkorn, 2002). Por esa razón es evidente que las floras del Viseano Tardío constituyen una faja florística específica llamada Paraca la cual es totalmente distinta de la situación que existió tanto antes como después de este intervalo geológico bastante corto de algunos millones de años. El concepto de la faja florística Paraca ha sido propuesta como un aspecto regional del Carbonífero por Alleman & Pfefferkorn (1988) y Pfefferkorn & Alleman (1989). En aquel tiempo los autores se imaginaron esta faja intercalada entre las fajas Amerosiniana y Gondwaniana. El concepto fue perfeccionado por Iannuzzi & Pfefferkorn (2002), quienes pudieron mostrar que se trata de un rasgo temporal restringido al Viseano Tardío durante una temporada especial de efecto invernadero en la Tierra.

TABLA 1. Presencias de géneros comunes de la faja florística Paraca en diferentes áreas del Viseano Tardío circump-Gondwánico, en comparación con la flora fósil de Paracas (Iannuzzi & Pfefferkorn, 2002).

Perú = Fm. Ambo, Paracas; Bolivia = Fm. Siripaca, Copacabana; Brasil = Fm. Poti;
Nigeria = Fm. Guézouman; India = Fm. Lutitas Fenestella;
Australia = Fm. Mount Johnstone y unidades equivalentes.
X = presencia a nivel genérico; * = posibilidad de ser idéntico a nivel específico;
cf = presencia dudosa, una forma de aspecto similar puede estar presente; -- = no encontrado.

¹El primer género de la lista es una licópsida, el segundo una esfenópsida y el resto pteridospermas.

	Perú	Bolivia	Brasil	Nigeria	India	Australia
<i>Tomiodendron</i> ¹	X*	X*	--	X	cf	cf
<i>Archaeocalamites</i>	X	X	cf	X	X	X
<i>Nothorhacopteris</i>	X*	X*	X	X*	X*	X*
<i>Triphyllopteris</i>	X*	X*	X	X*	X*	X*
<i>Sphenopteridium</i>	X*	X*	cf	--	--	X*
<i>Diplothmema</i>	X*	X*	X	--	cf	--
<i>Fryopsis</i>	X*	--	--	X*	--	X*

El hecho que el Viseano era una temporada climática o climatológica excepcionalmente calurosa en la Tierra, un episodio de efecto invernadero, ha sido demostrado por diferentes rasgos. La flora fósil de Paracas no solamente difiere por su composición de las floras de edades más recientes y más antiguas del Gondwana pero también difiere totalmente de las floras tropicales de aquellos tiempos, en las fajas florísticas del Amerosiniano o del Euroamericano. Dicho de otra manera, comprende taxones de plantas que pertenecen a un ambiente climático templado cálido, libre de heladas. Principalmente, por esa razón, era el género *Tomiodendron* un licópsido arborescente. Eran árboles pequeños, alcanzando unos 10 metros de altura, poco o no ramificados y sus conos eran terminales a los troncos. Estos son rasgos que en conjunto funcionan únicamente en condiciones climáticas calurosas sin heladas, porque son elementos demasiado grandes para poder ser anuales, y porque los puntos de crecimiento únicos no resisten bien la helada. Por otra parte no son tan altos como los licópodos arborescentes tropicales. Además, presentan un doble rasgo anatómico/morfológico propio de los licópodos arborescentes tropicales (la lígula), al mismo tiempo que un rasgo propio típico de las floras de los climas frío/helado Gondwánico y Angariano (la ampolla infrafoliar) (Alleman & Pfefferkorn, 1988; 1994). El género más común dentro de los esfenópsidos, conocido a partir de troncos, hojas, y fructificaciones, es una forma conocida en los trópicos de aquel tiempo, mientras que otras formas son endémicas de esta flora. Las pteridospermas forman el grupo más numeroso. Están constituidas por formas conocidas de los trópicos de floras sudamericanas más recientes o más antiguas, o endémicas de las floras de tipo Paraca.

Esta combinación de composición y de características anatómicas, morfológicas y arquitectónicas lleva a la conclusión que el clima era cálido y libre de heladas; permitió inmigrar a un cierto número de formas tropicales. La importancia del descubrimiento se aclara cuando la ubicación de estas floras se representa en un mapa con las posiciones de las placas en el Viseano Tardío (Fig. 1). Las floras se encuentran en una faja colocada entre 30° y 60°S, las que hoy día requieren de un clima mucho más

caluroso. Es interesante constatar que observaciones similares han sido hechas en ambientes marinos con braquiópodos (Raymond et al., 1989). Durante el Viséano Mediano a Tardío, los braquiópodos tropicales extendieron su distribución hasta los polos.

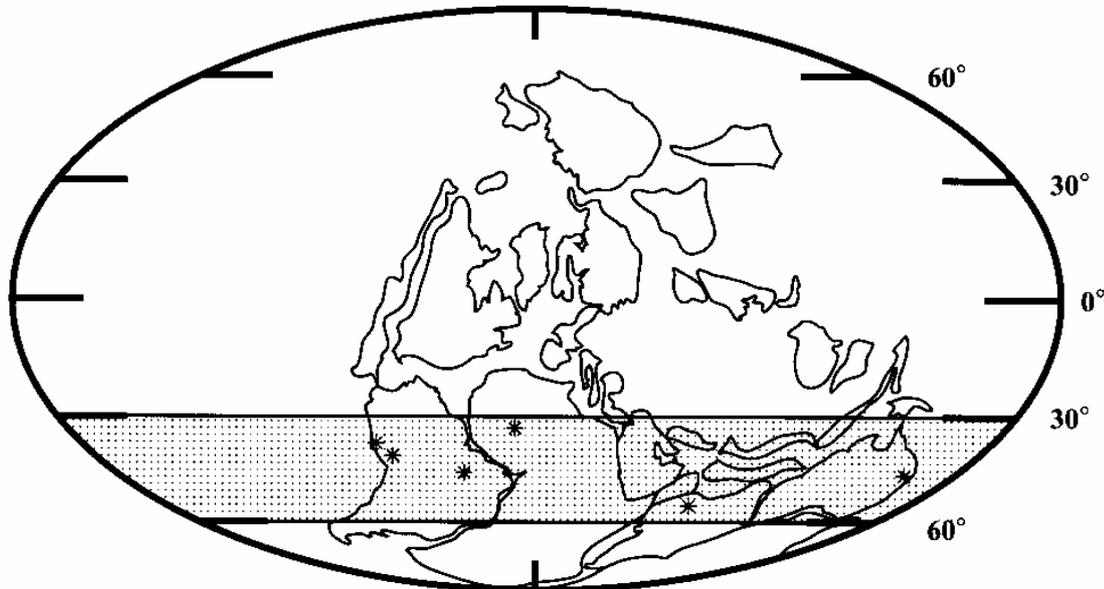


Figura 1. Ubicación de las floras de tipo Paraca en un mapa con las posiciones continentales del Viséano mostrando la extensión de la faja florística Paraca en el episodio de clima tipo invernadero en la Tierra durante el Viséano Tardío. La posición de los continentes ha sido modificada del “Plate Tracker v. 1.0.19” de Eldridge et al. (2000), utilizado con permiso por Iannuzzi & Pfefferkorn (2002).

El episodio de efecto invernadero durante el Viséano Tardío pudo ser demostrado por primera vez con plantas de Paracas usadas como registro de aproximación, siendo indicadores de que la historia climática del Paleozoico Tardío fue mucho más complicada que una sencilla “Edad de Hielo Permo-Carbonífero”. El episodio helado Devoniano- Tournaisiano Temprano, los tiempos del efecto invernadero del Viséano Tardío, y los múltiples cambios heladas-efectos invernaderos durante el Carbonífero Tardío y Permiano Temprano están empezando a demostrarse a través de numerosos métodos y estudios de coleas (Fielding et al., 2006; Montáñez & Soreghan, 2006).

REFERENCIAS

- Alleman, V. & Pfefferkorn, H.W. 1988. Licópodos de Paracas: Significación geológica y paleoclimatológica: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 78, p. 131-136.
- Alleman, V. & H.W. Pfefferkorn. 1991. Bosques en posición de vida en el Carbonífero de Paracas (In situ forests in the Carboniferous of Peru). VII Congreso Peruano de Geología, Lima, p. 395-398.
- Alleman, V. & Pfefferkorn, H.W. 1997. Diversidad y reconstrucción de los licópodos carboníferos de Paracas (Diversity and reconstruction of Carboniferous lycopods of Paracas). Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial No. 1, p. 581-584.
- Eldridge, J., Scotese, C., & Walsh, D.B. 2000. Plate Tracker for Windows, v. 1.0.19: Paleomap Project, Arlington, Texas.
- Fielding, C.R., Frank, T.D. & Isbell, J.L. 2006. The Late Paleozoic Ice Age revisited. EOS (American Geophysical Union), v. 87, no. 8, p. 87, 91.
- Iannuzzi, R. & Pfefferkorn, H.W. 2002. A pre-glacial, warm-temperate floral Belt in Gondwana (Late Visean, Early Carboniferous). *Palaios*, v. 17, p. 571-590.
- Montañez, I. & Soreghan, G.S. 2006. Earth's fickle Climate: Lessons learned from deep-time ice Ages. *Geotimes*, v. 51, no. 3, p. 24-27.
- Pfefferkorn, H.W. & Alleman, V. 1989. New climatic belt in Carboniferous of Southern Hemisphere. 28th International Geological Congress, Washington, DC, Abstracts, v. 2, p. 602 (Abstr.).
- Raymond, A., Kelley, P.H., & Lutken, C.B. 1989. Polar glaciers and life at the Equator: The history of Dinantian and Namurian (Carboniferous) climate. *Geology*, v. 17, p. 408-411.