

# Paleobotânica: reconstruindo ecossistemas do passado para compreender o presente e imaginar o futuro

Por Sara Vivero-Osorno, Sebastián Patiño-Baena, Diana Pérez-Lara, Isabelle Vergnaud-Palacio, Camila Martínez



Floresta seca tropical no município de Sopetrán (Antioquia, Colômbia). / Foto: Grupo de Pesquisa em Botânica, Universidade EAFIT

Esta floresta sempre foi tão seca quanto a vemos hoje? Como era esta paisagem há milhões de anos?

Você já se perguntou em que lugares do mundo é possível encontrar fósseis? Muitas pessoas imaginam desertos distantes e paisagens inóspitas, como as que aparecem nos filmes. Talvez você pense no deserto de Tatacoa (Huila, Colômbia), um lugar seco e quente, longe

dos grandes centros urbanos. Mas o surpreendente é que os fósseis podem estar muito mais perto do que imaginamos. A poucas horas de Medellín (Colômbia), nas florestas secas entre Sopetrán e La Pintada, uma descoberta inesperada nos levou a revelar o enorme potencial paleobotânico da Formação Amagá.

## A paleontologia está muito perto de você

Os fósseis podem ser encontrados em muitos lugares, embora seja mais fácil encontrá-los onde a rocha está exposta, como em leitos de rios, desertos ou florestas secas (como no deserto de Tatacoa, no sul da Colômbia). No entanto, a Colômbia possui muitas outras áreas com grande potencial paleontológico. Aproximadamente a duas horas de Medellín (Antioquia), entre os municípios de Sopetrán e La Pintada, estende-se uma ampla floresta seca, ideal para a busca de fósseis. Em 2023, Jean-Pierre Vergnaud, morador da região, caminhava pelos arredores de sua propriedade quando notou no chão algo que parecia um pedaço de tronco. Ao tentar levantá-lo, descobriu que não se tratava de madeira comum, mas de um fragmento de madeira fossilizada.



Tronco fossilizado encontrado por Jean-Pierre Vergnaud em 2023. / Foto: Jean-Pierre Vergnaud

Coincidentemente, sua filha Isabelle cursava Biologia naquele momento, o que facilitou que o fóssil chegasse às mãos de paleontólogos. A partir dessa descoberta, nossa equipe começou a reconhecer o enorme potencial paleontológico da região. Graças a estudos anteriores, sabemos que essa área faz parte da Formação Amagá, uma unidade geológica que se estende entre Sopetrán e La Pintada e que foi depositada entre 28 e 11 milhões de anos atrás (Ma;<sup>1,2</sup>), no noroeste da Colômbia. As formações geológicas são definidas por rochas com características semelhantes e registram informações fundamentais sobre os ambientes do passado.

## O passado: pistas para o futuro?

Mas por que deveríamos nos importar com a descoberta de fósseis em rochas tão antigas? Esses fósseis são remanescentes de organismos que viveram quando o planeta era mais quente do que

hoje, em um período específico em que a temperatura chegou a ser até 3 °C superior à atual<sup>3</sup>. Os organismos que viveram nessa época provavelmente eram diferentes dos atuais, pois precisavam estar adaptados a essas condições. No caso das plantas, isso é especialmente importante. Diferentemente dos animais, as plantas não podem se deslocar, de modo que dependem de suas próprias características para sobreviver no ambiente em que crescem<sup>4</sup>. Suas estruturas e formas refletem as condições climáticas nas quais vivem. Isso é particularmente relevante porque as emissões humanas de gases de efeito estufa predizem que, até 2100, a temperatura média do planeta seja até 3 °C mais alta do que a atual<sup>5</sup>. Como consequência, os ecossistemas responderão a essas mudanças. Felizmente, dispomos de análogos no passado que podem nos ajudar a compreender como essa resposta pode ocorrer diante de mudanças ambientais.

É nesse ponto que os fósseis se tornam fundamentais: eles nos permitem observar como as plantas responderam, no passado, a condições semelhantes. Essas respostas ficam registradas em seus caracteres, como na forma das folhas ou na estrutura da madeira, que estão intimamente relacionados ao clima e ao ambiente. Por isso, ao estudar plantas fósseis, os paleobotânicos podem reconstruir os ecossistemas do passado e compreender melhor como os ecossistemas atuais poderão responder às mudanças climáticas<sup>6</sup>.

## As plantas fósseis são a chave

Já que mencionamos os paleobotânicos, é importante compreender seu campo de estudo: a paleobotânica. Esse ramo da paleontologia dedica-se ao estudo das plantas do passado<sup>7</sup>. As plantas são organismos com mobilidade muito limitada, cuja produtividade depende da capacidade de realizar fotossíntese<sup>4</sup>. Por isso, sua sobrevivência está intimamente ligada à presença das adaptações

necessárias para desempenhar suas funções essenciais nas condições do ambiente em que vivem<sup>4</sup>. Consequentemente, os caracteres de uma planta estão diretamente relacionados ao clima e ao ambiente em que ela cresce<sup>4</sup>. Assim, o estudo das características das plantas do passado geológico também permite inferir as condições ambientais e climáticas nas quais elas se desenvolveram<sup>6</sup>.



Folha fóssil de angiosperma (plantas com flores) da Formação Cerrejón, Paleoceno (há 60 milhões de anos), La Guajira, Colômbia. / Foto: Coleção Paleobotânica da Universidade EAFIT

Existe uma grande variedade de evidências paleobotânicas que permitem fazer inferências sobre paleoambientes e paleoclimas, entre elas folhas, grãos de pólen e madeiras fósseis<sup>8</sup>. Estas últimas são particularmente interessantes porque seus padrões anatômicos não apenas funcionam como uma “impressão digital”, no sentido de que cada espécie apresenta um padrão único, mas também

fornece informações fundamentais para compreender as condições climáticas. A madeira é formada por diferentes tipos de células, incluindo os vasos, responsáveis pelo transporte de água das raízes para o restante da planta<sup>9,10</sup>. Também estão presentes os raios lenhosos, que transportam nutrientes, água e outras substâncias horizontalmente, conectando o interior ao exterior da madeira; as fibras, que conferem sustentação mecânica e estrutural; e o parênquima, responsável pelo armazenamento e transporte de nutrientes, associado ou não aos vasos<sup>9,10</sup>. Em conjunto, esses caracteres não apenas permitem determinar a afinidade de uma madeira com determinados grupos de plantas, mas também inferir o ambiente em que ela viveu.

Entre todos esses tipos celulares, os vasos são especialmente reveladores para a reconstrução de paleoambientes. Como as células dos vasos são responsáveis pelo transporte de água, características como diâmetro, quantidade e distribuição podem variar em função das condições hídricas<sup>9</sup>. Assim, vasos grandes, pouco abundantes e espaçados entre si constituem um sistema hidraulicamente eficiente, característico de ambientes com alta disponibilidade de água<sup>9</sup>. Em contrapartida, vasos pequenos, compactos e abundantes podem indicar um ambiente com menor disponibilidade hídrica, no qual a planta adota um sistema hidraulicamente mais seguro para evitar danos causados pela seca<sup>9</sup>. Quando as condições são sazonais, podemos encontrar esses dois tipos de tamanhos em uma mesma madeira, com vasos maiores durante os períodos úmidos e favoráveis e vasos menores durante os períodos secos ou frios<sup>11</sup>.

A Colômbia possui grande potencial para o estudo de madeiras fósseis. Em diferentes regiões do país foram encontradas localidades com esse tipo de fóssil, entre elas La Venta, no deserto de Tatacoa (departamento de Huila, ~16 Ma;<sup>12,13</sup>), o Valle del Cauca (~4.000

anos;<sup>14</sup>) e a Formação Amagá, no departamento de Antioquia (~28–11 Ma;<sup>2</sup>). No entanto, o estudo dessas estruturas ainda é limitado, o que evidencia um amplo potencial de pesquisa que permanece inexplorado<sup>12</sup>.



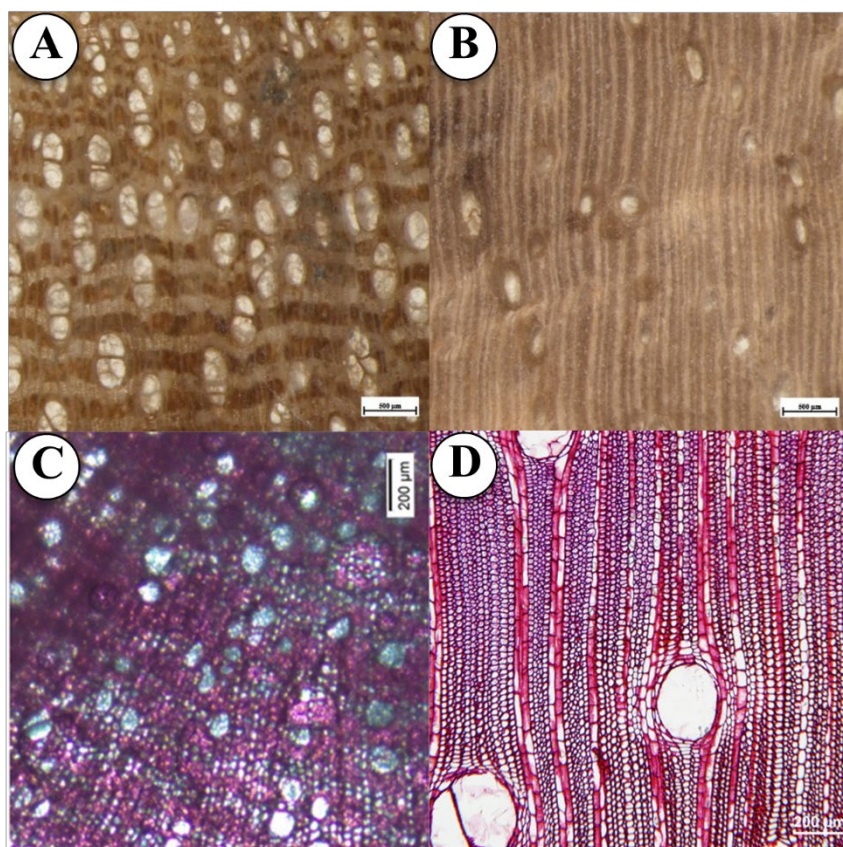
O microdocumentário *Bosques del pasado* mostra como um grupo de pesquisadores da Universidade EAFIT estuda as madeiras fósseis do deserto de Tatacoa para reconstruir os ecossistemas que existiram há milhões de anos. / Vídeo: Diana Karen Pérez, Camila Martínez, Carlos Jaramillo, Andrés Vanegas, Laboratório de Divulgação Científica, Universidade EAFIT. 2023. <https://youtu.be/19Wp6h0BR-8?si=Z4p-QhgFr9gznYBP>

## Nossas descobertas

Sem ainda conhecer o potencial daquela madeira que havia encontrado, Jean-Pierre nos permitiu explorar as trilhas e florestas por onde ele havia caminhado, desta vez em busca de fósseis. Em uma dessas saídas de campo, coletamos oito amostras de troncos fósseis provenientes de duas localidades diferentes, pertencentes à porção da formação depositada entre 23 e 11 milhões de anos atrás. Mas não podemos passar diretamente da coleta para a descrição. Há uma etapa intermediária de preparação, na qual obtivemos três

cortes de cada amostra, pois em cada um deles observamos seus caracteres sob diferentes perspectivas. Essas amostras foram polidas em uma politriz com pós abrasivos (semelhantes a uma lixa em pó) até atingirem espessuras inferiores a um milímetro, pois precisamos que a luz atravessasse o material para observá-lo ao microscópio. Para isso, as amostras devem ser o mais finas possível, sem perder os detalhes de seus caracteres. Em seguida, colamos os cortes em uma lâmina de vidro para microscopia e os cobrimos com uma lamínula, para que sejam preservados ao longo do tempo e possam ser consultados futuramente por outros pesquisadores e até por nós mesmos. Ao microscópio de luz, fotografamos, medimos e descrevemos cada um dos caracteres mencionados, com o auxílio de um manual padronizado<sup>15</sup>, bancos de dados<sup>16,17</sup> e literatura científica especializada. Com base nessa descrição, podemos identificar o grupo (família, gênero e até espécie) ao qual pertenceu a planta da qual a madeira se originou.

A partir de uma análise inicial, reconhecemos dois xilótipos, ou seja, dois grupos de amostras de madeira com características semelhantes entre si. Ao estudar esses xilótipos em detalhe, verificamos que um deles pertence à família Anacardiaceae (a família da manga e do pistache, registrada anteriormente para a Formação Amagá por George Schönfeld em 1947; 18), enquanto o segundo corresponde à família Clusiaceae (a família do mangostão). Este último apresentou afinidades com o gênero fóssil *Guttiferoxylon*, que se relaciona com o gênero atual *Symphonia*, encontrado em ambientes úmidos e próximos a corpos d'água (13,19,20). Essas evidências sugerem que a paisagem que hoje observamos como uma floresta seca pode ter sido, no passado, um ambiente muito mais úmido.



Corte transversal de madeiras observadas ao microscópio. Acima: madeiras fósseis, (A) gênero *Guttiferoxylon* (Clusiaceae, família do mangostão) e (B) gênero *Anacardioxylon* (Anacardiaceae, família da manga). Abaixo: madeiras modernas mais estreitamente aparentadas aos fósseis: (C) *Symphonia globulifera* (macharé, madroño, Clusiaceae) e (D) *Anacardium excelsum* (caracolí, Anacardiaceae). Imagens: Grupo de Pesquisa em Botânica, Universidade EAFIT (madeiras fósseis); Diana K. Pérez-Lara e colaboradores (13; *Symphonia globulifera*); Elizabeth Wheeler (*Anacardium excelsum*, espécime USw 30793).

## O que vem a seguir?

Ainda há muito a ser descoberto. É fundamental coletar mais amostras e ampliar as análises para confirmar, com maior segurança, as condições ambientais do passado. Estudos anteriores sugerem que são necessários tamanhos amostrais maiores para obter interpretações mais robustas<sup>21,22</sup>.



Ilustração da transição dos ecossistemas de Tatacoa (Huila, Colômbia), desde uma floresta tropical úmida durante o Mioceno até a atual floresta tropical seca. / Ilustração: Ximena Castañeda Giraldo (Universidade Católica Luis Amigó) e Sebastián Patiño Baena (Universidade EAFIT).

## O que você pode fazer

A paleontologia está muito mais próxima do seu cotidiano do que você imagina. Pode haver um fóssil logo na entrada da sua casa. Esses vestígios possuem grande valor científico porque nos ajudam a compreender a história da vida na Terra e como ela vem mudando ao longo do tempo. Portanto, se você encontrar um fóssil, informe as autoridades locais para que esse material de grande valor possa ser estudado de maneira adequada. Se possível, não o retire do local onde foi encontrado e, de preferência, registre as coordenadas geográficas do local. O planeta é dinâmico e está em constante transformação. O que vemos hoje é relativamente recente

e não existia há milhões de anos. Estudar o passado nos ajuda a compreender o presente e os futuros possíveis; é por isso que os fósseis são tão valiosos.

## Mais informações

1. North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. (2005). North American stratigraphic code. *AAPG Bulletin*, 89(11), 1547–1591.
2. Cárdenas, A., et al. (2023). Fossil leaves, woods, gastropods, and a crocodile tooth: Is the Amagá Formation worth exploring? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 47, 943–951.
3. You, Y., et al. (2009). Simulation of the Middle Miocene Climate Optimum. *Geophysical Research Letters*, 36, L04702.
4. Peppe, D. J., et al. (2017). Reconstructing paleoclimate and paleoecology using fossil leaves. In D. A. Croft (Ed.), *Methods in paleoecology: Reconstructing Cenozoic terrestrial environments and ecological communities* (pp. 289–317). Springer International Publishing.
5. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*.
6. McElwain, J. C. (2018). Paleobotany and global change: Important lessons for species to biomes from vegetation responses to past global change. *Annual Review of Plant Biology*, 69, 761–787.
7. Strullu-Derrien, C., et al. (2023). Insights into palaeobotany. *Botany Letters*, 170(2), 157–164.

8. Taylor, E. L., Taylor, T. N., & Krings, M. (2009). *Paleobotany: The biology and evolution of fossil plants* (2nd ed.). Academic Press.
9. Patiño-Baena, S., et al. (2025). *VERDE FÓSIL: Un viaje biológico a través de la paleobotánica*. Manuscript under review.
10. García, L., et al. (2024). Hardwoods: Anatomy and functionality of their elements—A short review. *Forests*, 15, 1162.
11. Carlquist, S. (1988). *Comparative wood anatomy: Systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. Springer-Verlag.
12. Carrillo, J., et al. (2023). The Miocene La Venta biome (Colombia): A century of research and future perspectives. In J. Carrillo (Ed.), *Neotropical palaeontology: The Miocene La Venta biome*. *Geodiversitas*, 45, 739–767.
13. Pérez-Lara, D. K., et al. (n.d.). *Fossil wood and pollen evidence reveal long-term ecological stability and biogeographic history of Symphonia (Clusiaceae)*. En preparación.
14. Pérez-Lara, D. K., et al. (2024). A Late Holocene Lecythidaceae wood record from Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48, 922–935.
15. IAWA Committee. (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, 10(3), 219–332.
16. InsideWood. (2004–present). *InsideWood*.  
<http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>
17. Wheeler, E. A. (2011). InsideWood—A web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal*, 32(2), 199–211.
18. Schönfeld, G. (1947). Hölzer aus den Tertiär von Kolumbien. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 474, 1–53.

19. Mirioni, H. (1965). Étude anatomique de quelques bois tertiaires de Colombie. *Boletín de Geología*, 20, 27–59.
20. Diel, K. A. P., et al. (2022). The ethnobotanical relevance of the tribe Symphonieae (Clusiaceae) around the world. *Journal of Ethnopharmacology*, 284, 114745.
21. Forcino, F. (2012). Multivariate assessment of the required sample size for community paleoecological research. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 315–316, 134–141.
22. Poole, I. (2000). Fossil angiosperm wood: Its role in the reconstruction of biodiversity and palaeoenvironment. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 134(3), 361–381.
- 

Edição: Gabriela Doria

Colaboração: Rosa Maria Dias, Ángela Gutiérrez C., David Fernando González T.

Citação: Vivero-Osorno, S., Patiño-Baena, S., Pérez-Lara, D., Vergnaud-Palacio, I., Martínez, C. 2026. *Paleobotânica: reconstruindo ecossistemas do passado para compreender o presente e imaginar o futuro*.

Revista Bioika, edição 13. Disponível em:

<https://revistabioika.org/pt/ecovozes/post?id=183>