

TAPA

LOS MISTERIOS DE LOS **ÁRBOLES**

## En el estado brasileño de Amapá, la selva alcanza una altura aún inexplicable e inesperada para una zona neotropical

Maria Guimarães (TEXTO) y Léo Ramos Chaves (FOTOS), DESDE AMAPÁ | Alexandre Affonso (INFOGRAFÍAS)

**E**s difícil recorrer durante más de 15 minutos la selva amazónica del estado brasileño de Amapá, en la región del Parque Nacional de las Montañas de Tumucumaque (PNMT), sin toparse con una especie de muralla rojiza cubierta de escamas que se extiende hacia lo alto hasta perderse de vista entre las copas de los otros árboles, alcanzando alturas de entre 60 y 80 metros (m), comparable a un edificio de 18 pisos. Se trata del árbol conocido como *angelim-vermelho*, traducido literalmente, angelín rojo (*Dinizia excelsa*), el más inmenso de todos los grandes árboles que existen allí. Hay ejemplares de otras especies que allí se agigantan, pero raramente alcanzan alturas superiores a los 60 m, entre ellos: pequiá o piquiá (*Caryocar villosum*), masaranduba (*Manilkara huberi*) y congolo o caobilla (*Couratari guianensis*).

Resulta sorprendente, porque hasta hace alrededor de una década no se pensaba que en los trópicos pudieran existir ejemplares que alcanzaran esos tamaños. Los árboles más altos que se conocen, que alcanzan los 115 m, son las secuoyas rojas (*Sequoia sempervirens*), que crecen en California (EE. UU.). A partir de la comprensión del conocimiento acerca de estos colosos vegetales documentados desde hace mucho tiempo, surgió un paradigma: solo algunas regiones mediterráneas de clima templado, en donde no hace mucho calor ni existe una estación seca muy marcada, podían albergar árboles tan altos.

Las secuoyas californianas, al igual que otros grandes árboles de Australia y de Chile, crecen bajo

condiciones muy especiales, cerca del mar, donde las fluctuaciones de la temperatura son menores y el aire fresco sobre la masa de agua contribuye a la formación de una neblina crítica que evita el estrés hídrico en la estación seca. “Estos árboles consiguen hidratarse a través de sus ramas y hojas, lo que hace que no dependan tanto de sus raíces”, explica el biólogo Rafael Oliveira, de la Universidad de Campinas (Unicamp). “Ello propicia su crecimiento en altura”. La temperatura también es importante porque el calor induce una mayor respiración, que conlleva una pérdida de carbono e impone restricciones al crecimiento.

“Durante mucho tiempo hemos ignorado la existencia de árboles gigantes en las regiones neotropicales, hasta que alrededor de la década de 2000 se los encontró en Borneo, Malasia, y hace pocos años en la Amazonia”, comenta. El enigma radica en que las condiciones amazónicas son muy diferentes a las que se registran en las regiones templadas. “El hecho de saber que allí existen árboles gigantes aporta un nuevo elemento al rompecabezas”.

A finales de octubre, la producción de este reportaje de *Pesquisa FAPESP* acompañó una expedición a Amapá, dirigida por el biólogo Paulo Bittencourt, investigador de la Universidad de Exeter, en el Reino Unido. El objetivo del trabajo es sentar las bases de un estudio a largo plazo, realizando un seguimiento mensual de parcelas permanentes que cubren una superficie de entre 30 y 50 hectáreas (ha). También está prevista la instalación de una estación meteorológica básica para medir la temperatura, la humedad y la presión del aire, las precipitaciones, la

El tronco de un ejemplar de *angelim-vermelho* se asemeja a un muro en medio de la selva

# GIGANTES DE LA AMAZONIA



La navegación por el río Amapari pone a prueba la destreza de los remeros de proa (*abajo*) para superar los rápidos

dirección y la velocidad del viento y la luminosidad, así como de dispositivos que monitoreen la humedad del suelo y parámetros de la fisiología y del crecimiento de los árboles. “Solo realizando un seguimiento año tras año se puede saber si ellos crecen con rapidez, por ejemplo”, dice el biólogo.

Bittencourt forma parte de un proyecto liderado por la ecóloga británica Lucy Rowland, que apunta a entender las reacciones fisiológicas de la selva amazónica al cambio climático. Además de los dos investigadores, el equipo contó con el apoyo técnico de la bióloga Danielle Ramos, también de la Universidad de Exeter, y recurrió al conocimiento de los guías locales, del ingeniero forestal Christoph Jaster, director del PNMT desde hace 20 años, y de un dron que despegaba desde los escasos claros de la selva para elevarse por encima del dosel y localizar las copas más altas.

En su gestión, Jaster se esfuerza por llamar la atención del público por la singular selva de la que se enorgullece. “El Parque Nacional de Itatiaia tiene el cerro Agulhas Negras, el Parque Nacional de Tijuca tiene al Corcovado, el Parque Nacional de Iguazú tiene las cataratas... yo estaba buscando algún emblema”, comenta. No fue sino hasta alrededor de 2016, en el marco de un monitoreo de la biodiversidad que comenzó en 2014, que la botánica Rafaela Forzza, quien en ese entonces trabajaba en el Jardín Botánico de Río de Janeiro (JBRJ), hizo hincapié en la altura excepcional de los árboles de Tumucumaque. “Empecé a llevar conmigo todo el tiempo el aparato para medir los árboles y todavía sigo buscando el más alto”, dice, al tiempo que revela su sueño: encontrar uno que se acerque a los 90 m. “Las



imágenes captadas por el dron, que revelan copas de árboles muy prominentes en el horizonte, tal vez posibiliten hallazgos importantes”.

“Lo que vemos en Tumucumaque duplica la altura característica del resto de la Amazonia, donde el dosel de la selva se encuentra a unos 20 m de altura y los ejemplares más altos alcanzan los 40 m”, explica Bittencourt. Uno de los objetivos de la expedición consistía comprobar si los gigantes que Oliveira y él habían avistado en una visita fugaz al PNMT en 2019, cuando instalaron dispositivos de monitorización fisiológica en un árbol, eran una excepción.

No lo son. Cerca de la entrada del parque, el equipo detectó varios de ellos durante una tarde de caminata. En cierto punto, 15 ejemplares de

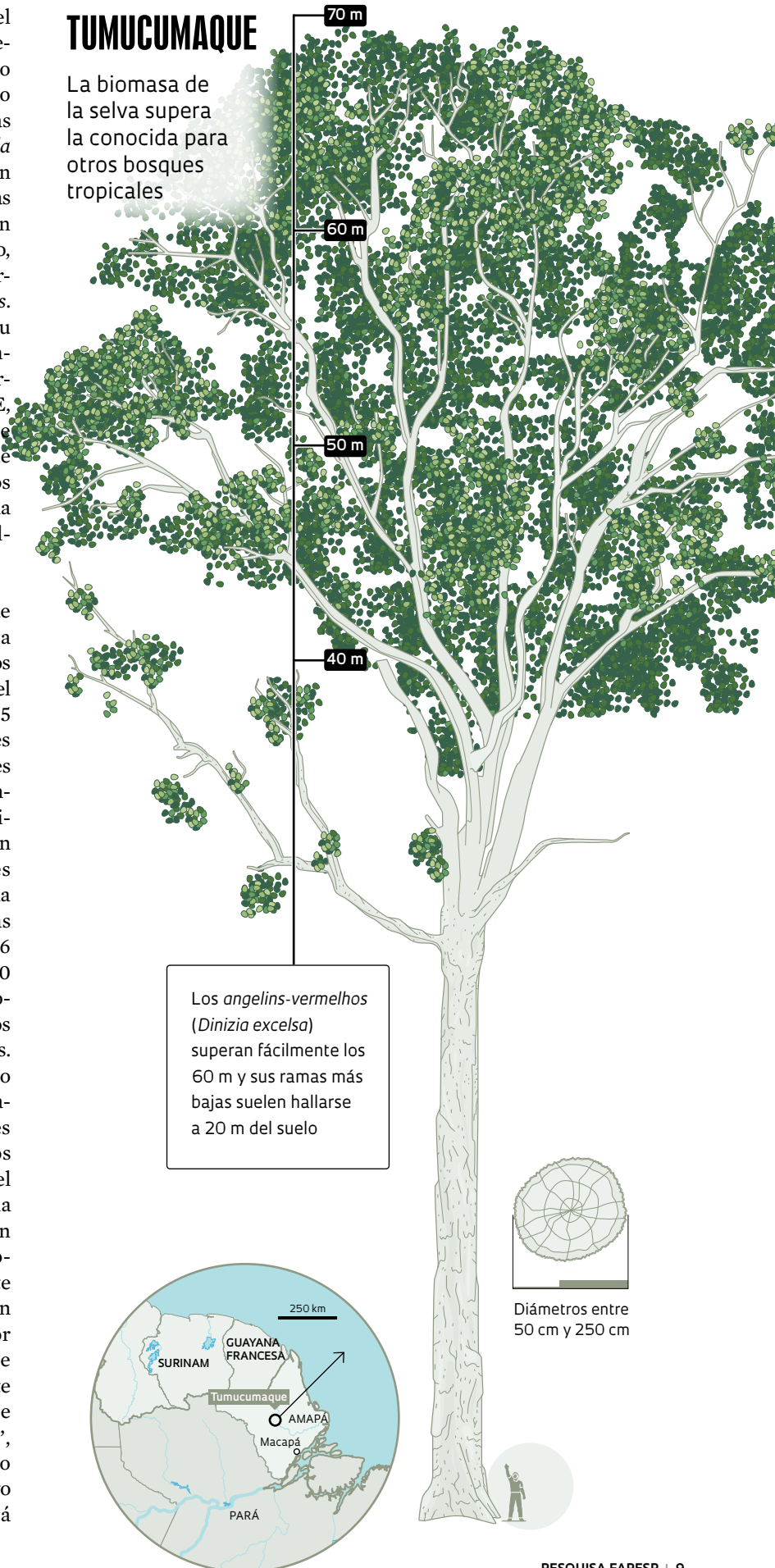
*Dinizia excelsa* muy juntos parecían alcanzar el cielo tras atravesar el dosel de la selva, que empieza a entre 30 y 40 m del suelo. Otro día, el equipo exploró un área situada a 20 kilómetros (km) río arriba y a lo largo del río Amapari, a instancias de Jaster, y constató una escala similar (véase la infografía de la página 15). “No tiene sentido, son desproporcionados”, repetía Bittencourt, mientras intentaba atisbar a través del techo que formaban las copas de los árboles. En cuatro días de trabajo, el grupo registró más de 80 árboles desproporcionados, en su mayoría (56) *angelins-vermelhos*.

Aún más llamativa es la discrepancia de su biomasa –el peso total de los árboles– en comparación con otras selvas. Mientras que los árboles estudiados por el proyecto AmazonFACE, cerca de Manaus, no suelen superar los 30 m de altura y 70 centímetros (cm) de diámetro, los de Tumucumaque a menudo superan los 70 metros de altura y alcanzan 2,5 m de diámetro. Una rama caída de estos árboles puede confundirse fácilmente con un enorme árbol caído.

**E**n la Reserva Forestal Kabili-Sepilok, de Borneo –donde Bittencourt participa en otro proyecto de investigación–, los árboles gigantes son similares a los del PNMT en altura, pero no pasan de 1,5 m de diámetro. Su madera también es menos densa que la de los ejemplares amazónicos. “En Amapá, posiblemente tengamos la mayor densidad tropical de biomasa”, estima Bittencourt con base en datos aún preliminares. Entre las condiciones que subyacen al gigantismo parecen hallarse una cierta estabilidad climática, con temperaturas promedio de entre 23 grados Celsius (°C) y 26 °C y precipitaciones anuales superiores a 2.300 milímetros (mm). También parecen ser más favorables las zonas con menor incidencia de vientos fuertes y rayos, que causan daños a los árboles. “Nuestra región, especialmente el valle del río Jari, presenta un relieve moderadamente elevado y las áreas en donde crecen árboles gigantes generalmente se encuentran protegidas de los vientos fuertes por grandes colinas”, explica el ingeniero forestal Robson Borges de Lima, de la Universidad del Estado de Amapá (Ueap), quien desde 2019 ya ha participado en seis expediciones a lo largo del río Jari, que marca el límite entre los estados de Amapá y Pará, donde se han identificado los árboles más altos. El poseedor del récord, un *angelim-vermelho* de 88,5 m, se encuentra en Pará. “Remontamos el río durante cinco días hasta el último campamento, desde donde nos internamos 20 km selva adentro”, relata. Borges de Lima forma parte de un proyecto coordinado por los ingenieros forestales Diego Armando Silva, del Instituto Federal de Amapá

## TUMUCUMAQUE

La biomasa de la selva supera la conocida para otros bosques tropicales



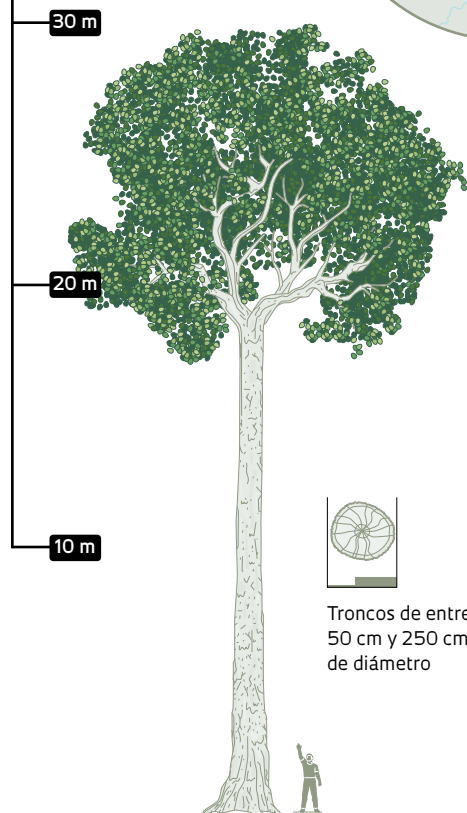
El diámetro de los *angelins-vermelhos* debe medirse por encima de las protuberancias que contribuyen a su sostén



## AMAZONFACE

La selva de los alrededores de Manaus es la más estudiada, porque alberga proyectos del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia (Inpa)

En esta región central de la Amazonia, los ejemplares de *angelins-vermelhos* no superan los 40 m de altura



Troncos de entre 50 cm y 250 cm de diámetro

(Ifap), y Eric Gorgens, de la Universidad Federal de Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), en Minas Gerais, centrado en los factores ecológicos que propician la existencia de árboles gigantes.

El grupo había identificado el árbol récord, rodeado de otros siete ejemplares de más de 80 m, mediante sobrevuelos en un avión equipado con tecnología óptica lidar (detección de luz y medición de distancias) sobre casi 900 áreas, cada una de 375 ha, según un artículo publicado en 2019 en la revista científica *Frontiers in Ecology and the Environment*, cuyo autor principal es Gorgens. Se encuentra a 360 km del océano Atlántico, lejos de la influencia marítima que le permitiría existir, según el paradigma de los árboles de climas templados. Ese estudio es una derivación del mapa de la biomasa arbórea de la Amazonia, resultado de 901 sobrevuelos de aviones equipados con lidar, publicado en septiembre en la revista *Scientific Data* por el agrónomo Jean Ometto, del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Inpe), en colaboración con Gorgens y otros, destinado a convertirse en una referencia para los investigadores (véase la infografía en la página 12).

En un trabajo conjunto con decenas de investigadores de diversas instituciones brasileñas –y algunas extranjeras–, Borges de Lima analizó los datos de más de 100.000 árboles jóvenes, con un diámetro de más de 10 cm, y adultos, de más de 70 cm, en 65 parcelas de la Amazonia. Según los datos publicados en septiembre en la revista *Global Change Biology*, la parte occidental de la selva alberga una mayor diversidad de especies forestales, pero el escudo guayanés o macizo guayanés (una formación geológica situada en el norte de la Amazonia, en Amapá inclusive) sobresale en lo que respecta a la variedad de árboles grandes.

Los datos recogidos sobre el terreno por el lidar pueden ayudar a desentrañar la arquitectura de los árboles y entender cómo éstos reaccionan a

las alteraciones del ambiente. “Esta técnica está revolucionando las posibilidades de medir el peso, la estructura y el contenido de carbono de los árboles”, dice el ingeniero forestal brasileño Matheus Nunes, de la Universidad de Maryland, en Estados Unidos. Según Nunes, coautor del artículo que identificó el ejemplar récord de Pará, entender la arquitectura de los árboles gigantes sería un factor clave que ayudaría a explicar su tamaño. “Podemos medir la distancia entre la base del tronco y las puntas de las ramas, estimando la distancia recorrida por el agua y los nutrientes; es posible que los árboles más altos necesiten tener ramas relativamente cortas para acortar esta distancia”, conjetura.

**N**o se trata de una suposición vana: para formular esta hipótesis se basa en otros experimentos. En un artículo publicado en diciembre en la revista *Nature Communications*, por ejemplo, Nunes muestra lo que ocurre con la arquitectura de los árboles en un eventual escenario de desmontes. Utilizó un lidar para estudiar el suelo en las parcelas permanentes del Proyecto Dinámica Biológica de Fragmentos Forestales (PDBFF), que el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia (Inpa) lleva a cabo desde hace 40 años en los alrededores de Manaus. “Comparé los árboles más altos de los bordes de los fragmentos de selva, que ya estaban allí y habían sobrevivido a la fragmentación, con otros similares en el interior de esas parcelas”, explica.

Según pudo comprobar Nunes, en los bordes los árboles sobrevivientes se habían vuelto más simétricos –por lo tanto, más resistentes al viento– y con menores trayectos por recorrer dentro de sus ramas. “Probablemente sean mecanismos de aclimatación que reducen el riesgo de embolia”, deduce. Se refiere a la entrada de aire en los vasos conductores que recorren el interior del tronco a causa del estrés hídrico que impide el transporte de agua, y supone que algo parecido sucede con los árboles que sobresalen por encima del dosel de la selva.

Aun así, alrededor del 10 % de los árboles sobrevivientes en los bordes presenta una altura mucho menor que la que sería esperable para el diámetro del tronco, lo que indica que podrían haberse quebrado por acción del viento. “Esto provoca una reducción de un tercio de su volumen”, estima. Aunque algunos ejemplares crezcan más, unas 3 toneladas de carbono por ha vuelven a la atmósfera como consecuencia de esta reducción de los árboles, un efecto equivalente al que ocasionan las sequías extremas. “Es la primera vez que se demuestra la conexión entre la fragmentación, la arquitectura arbórea y las reservas de carbono”.

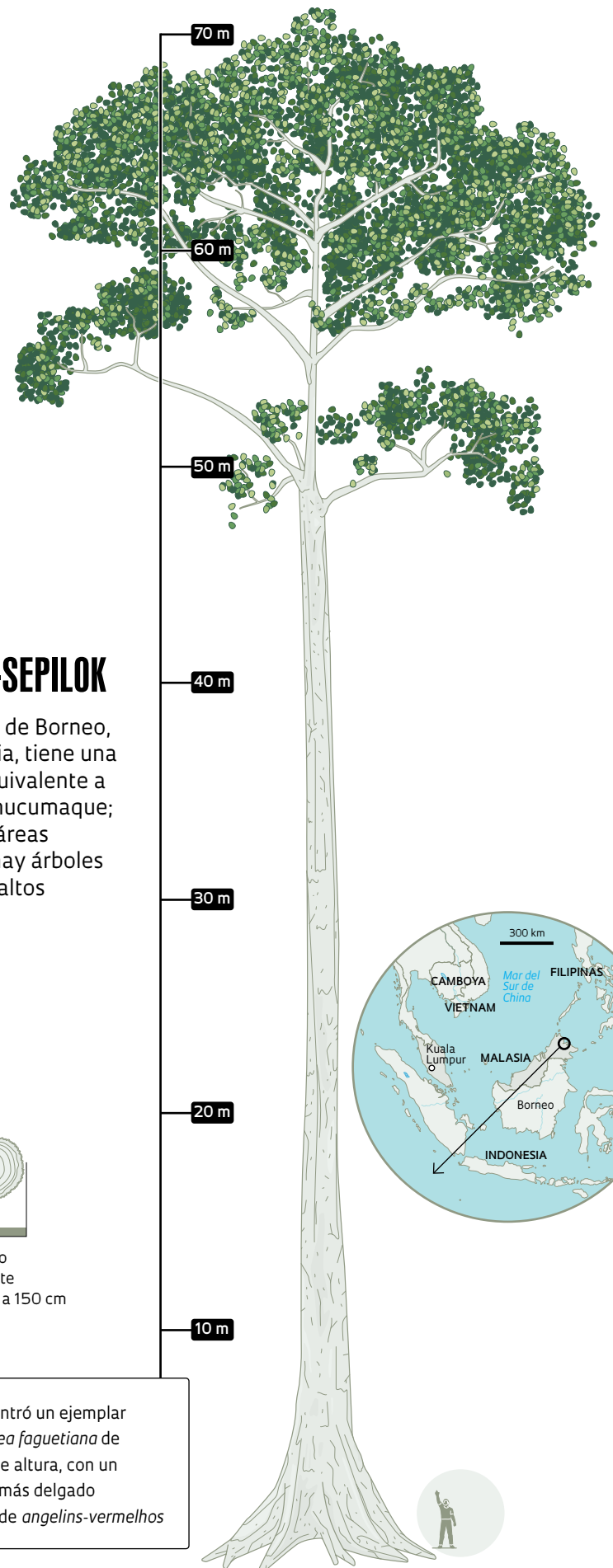
## KABILI-SEPILOK

La jungla de Borneo, en Malasia, tiene una altura equivalente a la de Tumucumaque; en otras áreas del país hay árboles aún más altos



Diámetro raramente superior a 150 cm

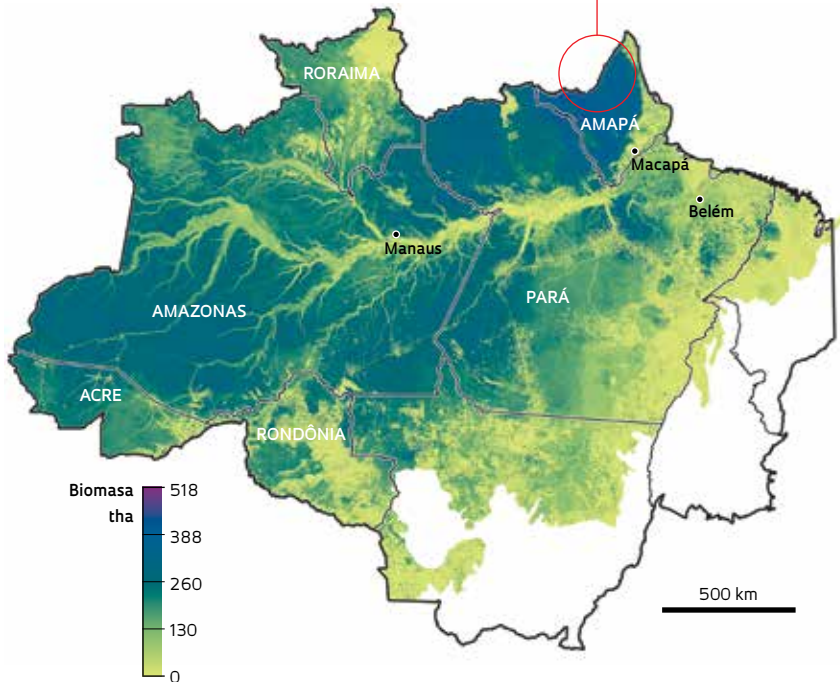
Se encontró un ejemplar de *Shorea faguetyana* de 100 m de altura, con un tronco más delgado que los de *angelins-vermelhos*



# LA CAMPEONA DE LA BIOMASA

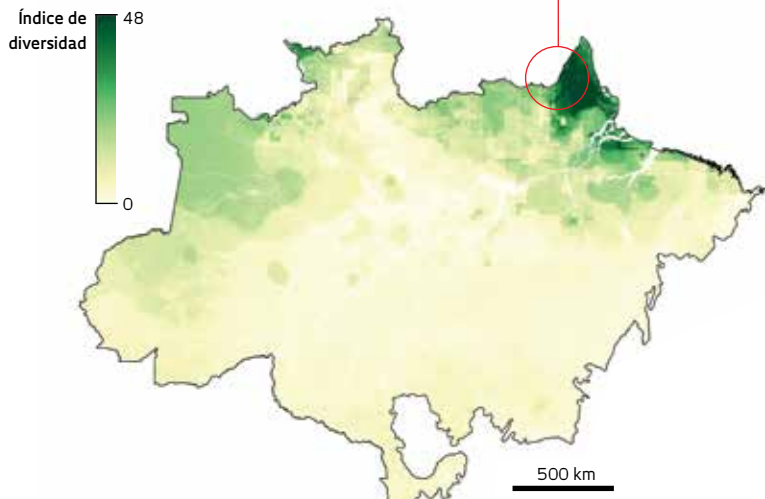
Teniendo en cuenta el peso y la biodiversidad, la meseta de las Guayanas se destaca por su gigantismo

Mediciones obtenidas mediante la tecnología de escáner óptico LIDAR (detección de luz y medición de distancias) en toda la selva amazónica muestran que el **escudo guayanés** alberga la mayor cantidad de **biomasa** (y, por lo tanto, de reservas de carbono), medida en toneladas por hectárea



FUENTE OMETTO, J. ET AL. SCIENTIFIC DATA. 2023

Datos de más de 100.000 árboles indican que la región de **Amapá** alberga la mayor **diversidad de especies** de árboles grandes



FUENTE LIMA, A. R. B. ET AL. GLOBAL CHANGE BIOLOGY. 2023

Recientemente, Nunes fue contratado por el Global Ecosystem Dynamics Investigation (Gedi), un gran proyecto de la agencia espacial estadounidense (Nasa) y la Universidad de Maryland que pretende cartografiar todas las selvas del mundo y sus dinámicas de carbono. En este caso, el equipo líder está situado más lejos: se encuentra en órbita, a bordo de la Estación Espacial Internacional. La misión del investigador es plantear interrogantes ecológicos que puedan responderse a partir del enorme volumen de datos que se generan constantemente, y él está interesado en aplicar este recurso para estudiar los árboles gigantes.

**E**n 2015, durante su doctorado, Nunes estaba realizando un trabajo de campo en Borneo cuando su director, el ecólogo David Coomes, de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), le informó que a través de un lidar había identificado algunos árboles más grandes que lo esperable, de unos 90 m. El brasileño se encontraba cerca y fue a comprobarlo con un dispositivo que mide distancias mediante un haz de láser, confirmando la sorprendente medición. “Yo no trabajaba con la altura de los árboles”, recuerda, pero esta experiencia me incitó a dedicarme a investigar gigantes de este tipo.

En la actualidad, Bittencourt, jefe de la expedición al PNMT, también estudia los árboles gigantes de Borneo como parte del proyecto coordinado por Rowland. Según un artículo publicado en 2022 en la revista *New Phytologist*, él ha constatado que las características hidráulicas ayudan a explicar la distribución y el funcionamiento de las especies. En zonas con suelos arenosos e incapaces de retener la humedad, las plantas exhiben estrategias de conservación de los recursos y su altura es menor: poseen vasos estrechos y cortos que les confieren una menor eficiencia hidráulica. Su xilema, por donde fluye el agua con los nutrientes, es resistente a la entrada de aire, o embolia. Para que los árboles de la familia de las dipterocarpaceas, como el llamado meranti amarillo (*Shorea faguettiana*), superen los 70 m de altura, necesitan un sistema hidráulico robusto. Al analizar el gradiente topográfico de la Reserva Forestal Kabili-Sepilok, su grupo notó que los árboles más altos solo existen en suelos sin restricciones de agua y con abundantes nutrientes.

Sin embargo, los que crecen en zonas más favorables son más susceptibles a los cambios en el patrón de humedad del suelo, como propusieron Oliveira y Bittencourt en un artículo de 2021 en la revista *New Phytologist*. Esta idea fue corroborada por otro artículo del grupo de Rowland, publicado en 2022 en la revista *Funcional Ecology*, en donde también se indica que los bosques sobre suelos más fértiles son menos resistentes. En los



Recolección de datos:  
un escalador utilizando  
un aro de bolsas de harina;  
Bittencourt y Oliveira  
midiendo árboles,  
y un dron para buscar las  
copas más altas



suelos pobres, la fotosíntesis y la respiración se vuelven limitadas, como estrategia para un uso eficiente de los nutrientes. En los suelos más ricos, el sistema hidráulico es más resiliente y menos resistente. “Es como si cada tipo de árbol tuviera un ingeniero diferente”, compara Bittencourt, en alusión a la variabilidad del sistema de transporte de agua y de la fotosíntesis, que se adapta a distintas condiciones. “Cada uno resuelve el problema de una forma específica”. Según dice, algunos son más vulnerables y poseen vasos que no resisten la entrada de aire en situaciones de sequía; otros, no. Aún no se sabe cómo lo hacen. Lo que importa ahora es descubrir si en la Amazonia, donde existe una acentuada estacionalidad entre estaciones secas y húmedas, las estrategias y la variedad de recursos son similares.

“La Amazonia es muy distinta al sudeste asiático”, analiza Bittencourt. “El principal factor es el suelo, mucho más antiguo y pobre, lo que lleva a los árboles a desarrollar estrategias vitales diferentes

a las de las plantas de Malasia”. En Tumucumaque (Amapá), no existe un gradiente de tipos de sustrato que puedan compararse, pero él espera encontrar, en comparación con el resto de la Amazonia, un sistema de transporte de agua diferente, un crecimiento más rápido y alta longevidad. “Para que un árbol alcance proporciones gigantescas, tiene que crecer mucho y por mucho tiempo”.

También se propone investigar cómo varía la estructura de los árboles desde el suelo hasta las copas, a lo largo de un gradiente donde enfrenta retos físicos y fisiológicos muy diferentes. “Una rama y otra pueden estar separadas por más de 30 m”, argumenta. Para lidiar con estas diferencias, una posibilidad son las estructuras anatómicas conocidas como membranas de la punteadura o membranas de cierre, que limitan el paso del agua y del aire entre los vasos. Sus propiedades determinan la capacidad de resistencia de una planta a la embolia, pero aún no está claro cómo. El problema es visualizarlas, porque su tamaño se altera cuando se corta una muestra del tronco, por no hablar de lo dificultoso que puede llegar a ser podar ramas a 80 metros del suelo. Otro misterio radica en cómo resisten el viento las copas que sobresalen, a menudo letal a partir de ciertas alturas.

“Las secuoyas poseen un mecanismo de válvulas reguladoras que impiden la propagación de embolias”. Bittencourt suele hacer una analogía con el uso de una pajita para sorber una bebida.





Si ingresa aire, como mucho llegan a la boca pequeños chorritos. Ahora bien, “imagínense una pajita de 90 m de largo”, compara. Y exagera: “La fuerza necesaria para hacer que la columna de agua llegue a las hojas de los árboles es prácticamente imposible físicamente”.

Pero, de hecho, imposible no es. Algunos árboles han hallado una solución y se estiran por encima de sus vecinos, gracias a estructuras anatómicas microscópicas que hacen que el agua se comporte como una cuerda de la que tira la presión negativa al respecto de la atmosférica. “Cada una de ellas puede transportar hasta unos 500 litros de agua diarios del suelo a la atmósfera”, subraya Bittencourt. La cuestión es descubrir cómo funcionan, para tratar de entender los retos a los que se enfrentan los bosques debido al cambio climático. En otros puntos de la Amazonia, experimentos que se realizaron en el pasado crearon una situación artificial de sequía y demostraron que los árboles más grandes son los primeros en sucumbir.

Los árboles gigantes de la Amazonia absorben mucho carbono: se estima que cada uno de ellos extrae 150 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera a lo largo de su vida. En el Bosque Nacional de Carajás, en el estado de Pará, los troncos de más de 1 m de diámetro corresponden a menos del 1 % de los árboles, pero albergan un tercio de las reservas de carbono de la región, según consta en un libro publicado en 2023, compilado por la ecóloga Tereza Cristina Giannini, del Instituto Tecnológico Vale. El ejemplar récord de la zona es un árbol llamado mureillo o cambará hembra (*Erismia uncinatum*), que alcanza los 30 m de altura con un tronco de unos 2 m de diámetro. Bittencourt añade que, en el contexto tropical, los árboles cuyo tronco es de un diámetro mayor que 60 cm no superan el 4 % de los ejemplares de esos bosques, pero contienen casi la mitad del carbono almacenado sobre la superficie del suelo en estas regiones.

Por ende, una mortandad podría tener consecuencias para la atmósfera y dificultaría seriamente



los objetivos de contención del calentamiento global. Por ello, y también porque allí existen estrategias vegetales que aún no se conocen, los científicos hacen hincapié en la importancia de proteger el escudo guayanés. Su ubicación en una región remota, lejos de la frontera agrícola, supone una ventaja. Las reservas como el PNMT, que además de proteger la selva y acoger investigaciones científicas proporcionan educación y actividad económica a los habitantes de la región, son fundamentales.

Los resultados de estos proyectos de investigación están dejando claro que no hay una reacción uniforme de los bosques a los factores ambientales, especialmente frente al aumento de la temperatura y la disminución de la humedad que ya se experimentan. La porción más estudiada de la Amazonia es bastante resistente a la sequía, según un artículo de la ecóloga Julia Valentim Tavares, quien realiza una pasantía de investigación posdoctoral en la Universidad de Upsala (Suecia), publicado en abril en la revista *Nature*, en coautoría con Oliveira y Bittencourt. Se trata de la región centro-oriental, cerca del río Tapajós, donde la influencia de eventos como El Niño puede haber conducido al desarrollo de estrategias fisiológicas relacionadas con la resiliencia hidráulica. El artículo advierte sobre el peligro de subestimar los efectos del cambio climático pensando que lo que se aplica para la región del Tapajós vale para toda la Amazonia. ■

*Dinizia excelsa* bebé y gigante: no se hallaron ejemplares de tamaño intermedio

Consulte la galería con más imágenes de la expedición



Los proyectos y artículos científicos consultados para la elaboración de este reportaje figuran en una lista en la versión *online* de la revista.

# ITINERARIO DE VIAJE

Lejos de las áreas urbanizadas, el Parque Nacional de las Montañas de Tumucumaque (PNMT) conserva un bosque inalterado

## 1 DÍA 1, 27/10

### Llegamos a Macapá

La capital del estado de Amapá está situada sobre la línea del ecuador y a orillas del río Amazonas



## 2 DÍA 2

### Salimos de Macapá

La base del Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad (ICMbio) para el PNMT se encuentra en Serra do Navio, un municipio de alrededor de 5.000 habitantes. Último punto con señal de telefonía móvil



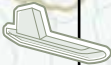
210 km en coche, unas 3 horas



## 3 DÍA 3

### Salimos de Serra do Navio

Con el nivel del río Amapari bajo a causa de la sequía, solamente los lancheros y la cocinera partieron en dos lanchas (denominadas localmente *voadeiras*) con la carga: se necesita aliviar peso y navegar con sumo cuidado



6 horas de navegación

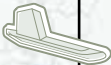
Los restantes miembros de la expedición hicieron ese trayecto en automóvil para embarcar en este último punto posible



1:30 horas en coche

### Salimos de Sete Ilhas

Embarcamos en las lanchas —un grupo de 13 personas— con la carga, que incluía alimentos y una cocina. En uno de los rápidos, uno de los botes encalló y los pasajeros debieron empujarlo



3-4 horas de navegación

Llegamos a la base Jupará cuando ya era de noche. Fue un alivio cuando instalamos las hamacas donde todos dormiríamos



Parque Nacional de las Montañas de Tumucumaque

AMAPÁ

Base Jupará

Sete Ilhas

Serra do Navio

Macapá

40-50 minutos embarcados remontando el Amapari, 30 minutos de caminata bosque adentro

100 km

20 km por el Amapari, río arriba, alrededor de 1:30 horas

## 4

### DÍA 4

#### Parcela 1

En el área aledaña a la base, el equipo identificó ocho *angelins-vermelhos* gigantes, además de algunas otras especies. Un prototipo de monitoreo fisiológico instalado en 2019 en un *Dinizia excelsa* de 60 m de altura aún estaba allí, pero la mayor parte de los datos se habían estropeado



Incluso recorriendo un largo trayecto río arriba, la selva sigue siendo de proporciones gigantes

## 5

### DÍA 5

#### Parcela 2

Siguiendo el mismo recorrido del día anterior, los investigadores midieron y marcaron la ubicación de nueve *angelins-vermelhos*



#### Parcela 3

Lo más sorprendente fue el hallazgo de diecisiete *angelins-vermelhos* en un radio de 150 m, incluso sobre un terreno en pendiente

## 6

### DÍA 6

#### En busca del ejemplar récord

El objetivo de Bittencourt era hallar el árbol más alto que ya había sido avistado por Jaster; la medición hecha con el dron arrojó 80 m. La altura de la selva en este punto más alejado dejó claro que el gigantismo en los alrededores de la base no era la excepción, sino la regla en la región

