

ANATOMÍA FUNCIONAL DE LA "MADERA" DEL DRAGO (*DRACAENA DRACO*)

JOANNA JURA-MORAWIEC

Academia de Ciencias de Polonia, Jardín Botánico - Centro para la Conservación de la Diversidad Biológica, Prawdziwka 2, 02-973 Varsovia, Polonia, e-mail: j.jura@gazeta.pl

Recibido: Agosto 2020

Palabras claves: Monocotiledóneas, drago, *Dracaena draco*, tronco, crecimiento secundario, haces vasculares, traqueidas, Macaronesia

Key Words: Monocotyledons, dragon tree, *Dracaena draco*, stem, secondary growth, vascular bundles, tracheids, Macaronesia

RESUMEN

Dracaena draco L. (Asparagaceae), el drago, es una especie monocotiledónea endémica de Macaronesia y Marruecos. Su tronco y ramas contienen "madera" que difiere en origen y estructura de la madera de los árboles de Gimnospermas y Dicotiledóneas. Esta revisión resume las relaciones estructura-función en el tipo especial de "madera" de *D. draco*, basada en parte en estudios realizados con material recolectado en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo-Unidad Asociada al CSIC. Los hallazgos podrían arrojar algo de luz para entender mejor cómo funciona esta planta arbórea de las monocotiledóneas.

SUMMARY

Dracaena draco L. (Asparagaceae), the dragon tree, is a monocotyledonous species endemic to Macaronesia and Morocco. Its trunk and branches contain "wood" that differs in origin and structure from the wood of the gymnospermous and dicotyledonous trees. This review summarizes the structure-function relationships in "wood" of *Dracaena draco*, partly based on studies of samples collected at the Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo-Unit Associated to CSIC. The findings shed some light on the understanding of how this monocot tree works.

INTRODUCCIÓN

Dracaena draco L. (Asparagaceae) es originaria de la Macaronesia y sur de Marruecos (MARRERO *et al.*, 1988). Es una especie en peligro de extinción y su

población silvestre macaronésica es estimada en unos 674 individuos reproductivos (ALMEIDA PÉREZ & BEECH, 2017). En Gran Canaria *D. draco* se conocía de forma natural en una única localidad, barranco de Pino Gordo, San Nicolás de Tolentino (ALMEIDA PÉREZ, 2003) con dos individuos probablemente subespontáneos, cada uno de ellos en un enclave diferente. Aunque ALMEIDA PÉREZ & BEECH (2017) y DURÁN *et al.* (2020) mantienen estas tres localidades, actualmente *D. draco* se considera virtualmente extinto en Gran Canaria (MARRERO, 2010) al haber desaparecido el único individuo silvestre conocido en la población natural. Pero es posible ver plantas de esta especie única cultivadas en zonas ajardinadas, en áreas de reforestación o en el Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" donde existe una importante colección de la misma (Figura 1A). Por la forma y porte *D. draco* pertenece al grupo de especies de *Dracaena* que se conoce como de "tipo drago" (MARRERO *et al.*, 1998; MARRERO 2000; 2010). Puede alcanzar hasta 12-15 (20) m de altura y es capaz de vivir hasta unos 700 años (BYSTRÖM 1960; SYMON 1974). Las plantas de esta especie se conocen también por su famosa secreción en forma de resina roja llamada sangre de drago (GONZÁLEZ *et al.* 2000; LANGENHEIM, 2003; SÁNCHEZ-PINTO & ZÁRATE 2010; JURA-MORAWIEC & TULIK, 2016).

Desde el punto de vista anatómico, el tronco de un árbol está compuesto principalmente por madera, es decir, xilema secundario que se origina a partir del cambium vascular (HALLÉ *et al.*, 1978). En el tronco y las ramas de ciertas monocotiledóneas como *Dracaena* también se forma "madera", no el típico leño (TOMLINSON & ZIMMERMANN, 1967), la cual tiene una estructura específica y surge debido a la actividad de un meristemo denominado cambium de monocotiledóneas (CARLQUIST, 2012). La "madera" del drago está compuesta de floema y xilema secundarios, organizados en haces anfibasales que están incrustados en el parénquima secundario (TOMLINSON & ZIMMERMANN, 1967). Es la parte más resistente del tronco y ramas del drago, pero no forma los típicos anillos del leño.

Tras realizar el corte del tronco o de una rama el tipo de "madera" de *D. draco* es fácil de distinguir. Se trata de un cilindro rígido cerca de la superficie externa (Figura 1B). Normalmente, la parte central que es de origen primario, se colapsa con la edad y forma un hueco (Figura 1C). Después de una lesión los dragos desarrollan barreras químicas y anatómicas que ayudan a aislar los tejidos heridos de los sanos y así prevenir la invasión y propagación de patógenos. El establecimiento de barreras puede incluir resinosis, acumulación de compuestos fenólicos o suberización de células de la herida, generando una barrera impermeable que evita la penetración de agua y la propagación de patógenos. Generalmente estas heridas o mutilaciones cicatrizan dejando huecos. En los huecos externos de dragos dañados o en plantas muertas, el agua puede acumularse dentro de los agujeros pudiendo dar lugar a sistemas fitotelmas, es

decir a microhábitats dulceacuícolas, con las condiciones propicias para cierta fauna o flora asociadas (SARMIENTO, 2000; Figura 1C).

Nuestro conocimiento actual sobre la anatomía de *D. draco* (y otras especies de dragos) es todavía limitado en comparación con el conocimiento de la anatomía del leño en Gimnospermas y Dicotiledóneas. En este artículo se resumen los

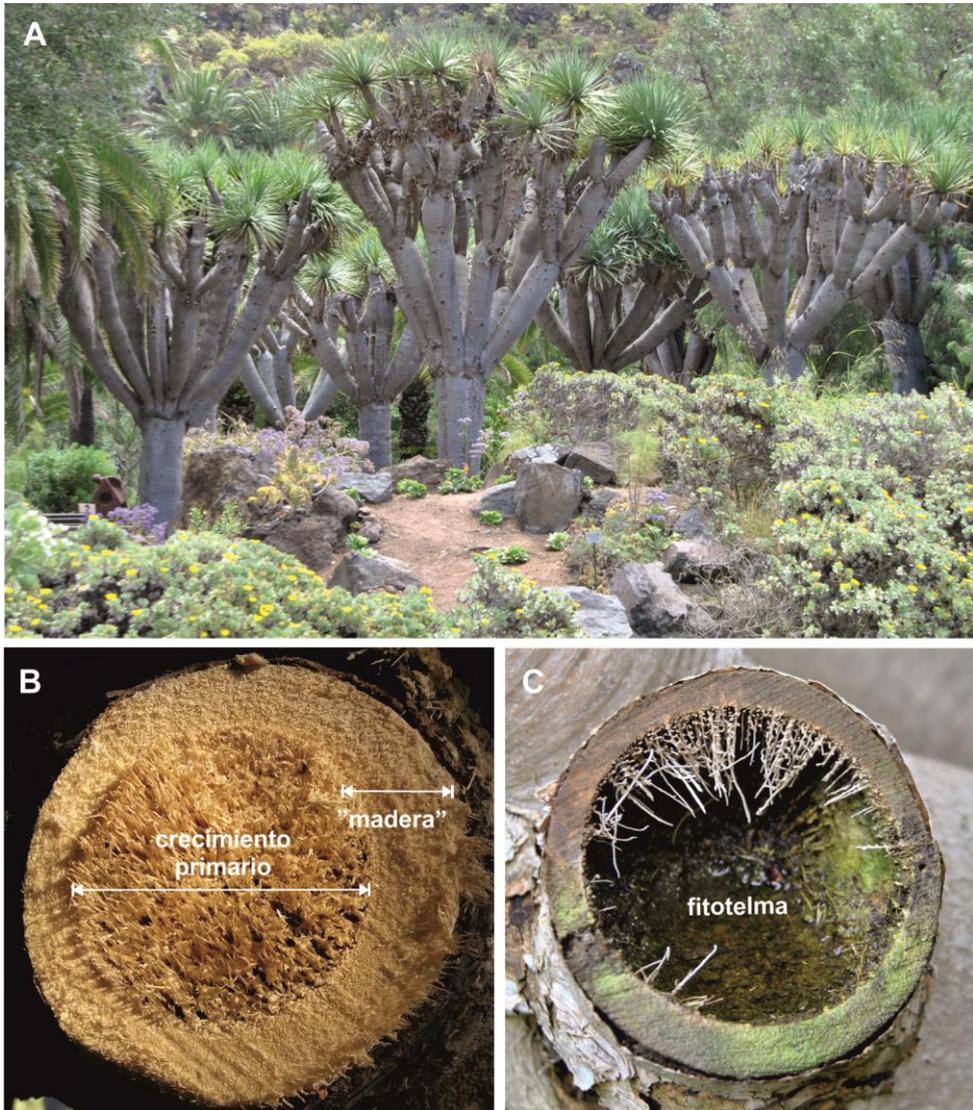


Figura 1.- *Dracaena draco*. **A** Dragonal en el Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo". **B** Corte transversal de rama con crecimiento primario y crecimiento secundario (la "madera"). **C** La cicatriz vieja después de cortar una rama que puede servir como fitotelma

hallazgos obtenidos a partir de estudios recientes sobre las relaciones estructura-función en la "madera" de *D. draco*.

MATERIAL Y MÉTODO

Esta revisión se basa principalmente en investigaciones morfo-anatómicas de *D. draco* realizada en parte con material del tronco y ramas de dragos que crecen en el Jardín Botánico "Viera y Clavijo" en Gran Canaria, junto a otras muestras de dragos cultivados en invernaderos del Jardín Botánico – CBDC, de la Academia de Ciencias de Polonia. En JURA-MORAWIEC & WILAND-SZYMAŃSKA (2014) y JURA-MORAWIEC (2017) se proporciona información detallada sobre los métodos seguidos para los análisis anatómicos que involucran tanto el seccionamiento en serie como la realización de maceraciones.

RESULTADOS

Componentes de la "madera" (vivos/muertos)

La "madera" de *D. draco* es un sistema de células vivas y muertas, cuya proporción varía con la distancia desde el cambium (Figura 2A). Los haces anfibasales ubicados cerca del cambium se componen de (i) elementos traqueales muertos (traqueidas) y vivos (tubos cribosos, células acompañantes y células del parénquima vascular), y (ii) rodeados por células vivas del parénquima secundario (Figura 2A). Debido a la actividad del cambium y a la producción de nuevos elementos de "madera", los haces anfibasales se alejan del meristemo gradualmente y como consecuencia todos los elementos vivos finalmente mueren, en el proceso de "muerte celular programada" (PCD en sus siglas del inglés) (Figura 2C).

Dentro de cada haz anfibasal, las traqueidas son los únicos elementos alargados, siendo aproximadamente 57 veces más largas que las células de las que derivan, y midiendo en promedio 4,95 mm de longitud (JURA-MORAWIEC, 2017). La longitud de las células restantes del haz anfibasal (los tubos cribosos, las células acompañantes y las células del parénquima vascular) se mantienen como la de las iniciales del cambium. Además, las traqueidas dentro del haz se tuercen o incluso se entrelazan (Figura 2E). En sección transversal se observa que pueden formar un anillo continuo o discontinuo (separado por las células del parénquima vascular) alrededor del floema (Figura 2B). El análisis de la estructura del haz anfibasal, realizada con una serie de secciones transversales, reveló que la forma de disposición del xilema y el floema cambia según la posición a lo largo del haz. El anillo continuo de traqueidas que rodean las células del

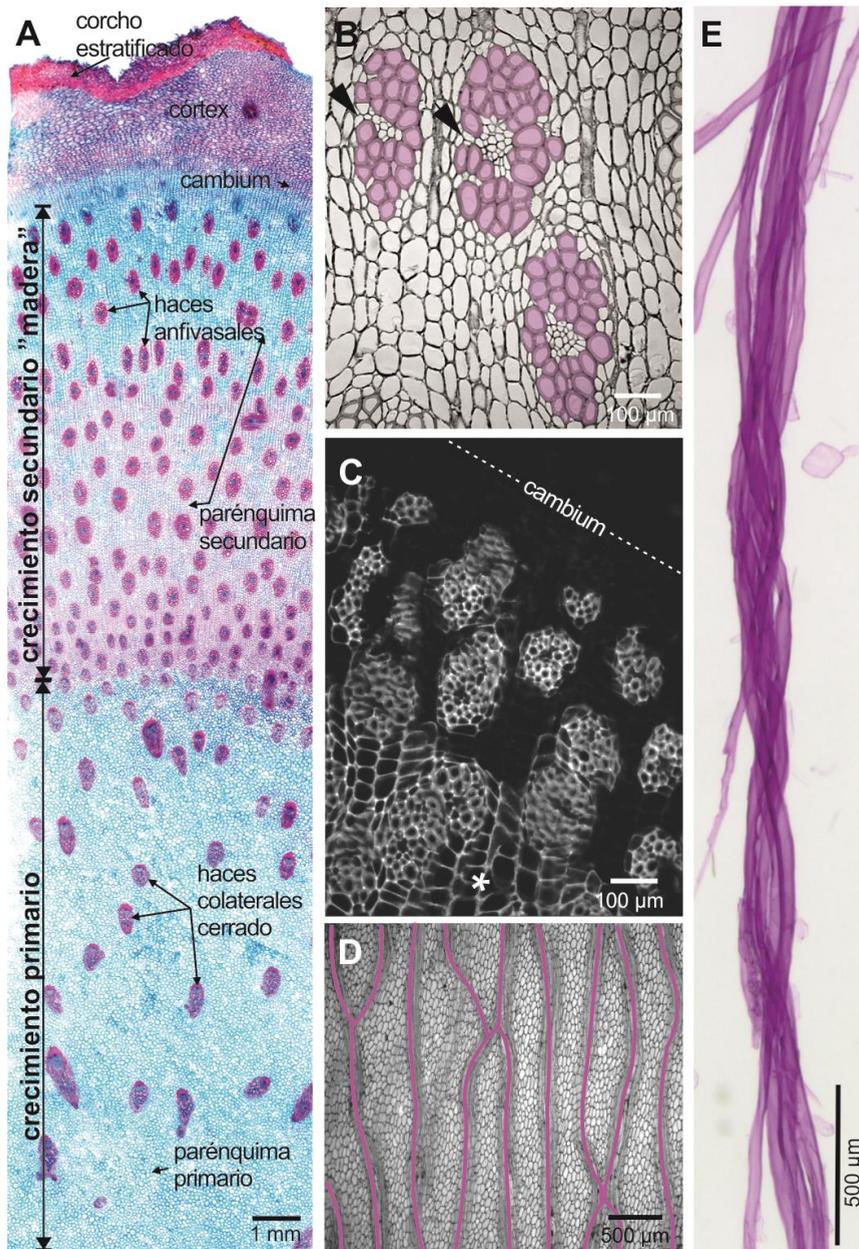


Figura 2.- Características anatómicas de la "madera" del *D. draco*. **A** Sección transversal del tronco. En azul el parénquima secundario/primario vivo. **B** Diferencia en la disposición de las traqueidas (coloreadas en violeta) en haces anfibasales. Los haces con traqueidas separadas por células del parénquima (indicado con flechas). Por debajo, el haz con un anillo de traqueidas que rodea al floema. **C** Sección transversal de la "madera" (luz UV), la parte más vieja con parénquima lignificado (muerto), aparece en la parte inferior de la imagen (asterisco). **D** Sección longitudinal de la "madera", los haces anfibasales forman una red compleja (coloreados en violeta). **E** Traqueidas de un solo haz aislado por maceración (disposición tipo trenza).

floema se vuelve discontinuo (o viceversa) a la distancia igual a la longitud de una sola célula del parénquima vascular o su múltiple (JURA-MORAWIEC & WILAND-SZYMAŃSKA, 2014).

Transporte y estabilidad mecánica en la "madera"

La "madera" de *D. draco* (Figura 2A) realiza las siguientes funciones: (i) conducción y almacenamiento de agua y minerales, (ii) transporte y almacenamiento de asimilados, (iii) secreción de la resina "sangre de drago", así como (iv) soporte mecánico del órgano. El sistema de transporte axial en la "madera" abarca el floema (los tubos cribosos) y el xilema (traqueidas), en haces anfibasales, que llevan, respectivamente, asimilados y agua con nutrientes.

Las células del parénquima vascular que atraviesan el anillo de las traqueidas en el haz vascular anfibasal (Figura 2B), posiblemente constituyen una vía del transporte radial de asimilados desde el floema hasta otras células vivas fuera del haz (JURA-MORAWIEC & WILAND-SZYMAŃSKA, 2014). En el 74% de los haces investigados, el parénquima vascular atravesó el anillo de traqueidas más o menos horizontalmente, es decir, paralelo al cambium (JURA-MORAWIEC, 2015). Este es físicamente el camino más corto para el transporte de asimilados del floema fuera del haz.

La importancia del transporte radial de los asimilados se reduce cuanto más se aleja el haz vascular del cambium, debido a la lignificación sucesiva de las células del parénquima (Figura 2C). Las células vivas del parénquima secundario (no lignificado) pueden funcionar también en el transporte y almacenamiento de agua y nutrientes, así como en la secreción de la resina llamada sangre de drago, después de una lesión del tronco o ramas (JURA-MORAWIEC & TULIK, 2015; 2016).

La longitud y la disposición de las traqueidas contribuyen a la estabilidad mecánica del tronco y ramas. Estas células no forman una columna recta dentro de los haces anfibasales, sino que forman una disposición similar a una trenza (JURA-MORAWIEC, 2017; Figura 2E). Por otro lado, las traqueidas de *D. draco* no se unen de extremo a extremo, sino que las áreas de contacto (depresiones), señalan aquí el final de una traqueida que se superpone al cuerpo de otra. Tal distribución de las depresiones también puede tener una importancia mecánica, ya que abundantes depresiones en todas las paredes de las traqueidas debilitarían la célula y comprometerían su función mecánica (KEDROV, 2012). Los haces vasculares pueden unirse, tanto tangencialmente como radialmente, durante el desarrollo (ZIMMERMANN & TOMLINSON, 1970), contribuyendo así a la formación de una red 3D de traqueidas, más compleja y rígida (Figura 2D). El parénquima secundario lignificado (muerto) proporciona soporte mecánico adicional (Figura 2C). La complejidad de la red de traqueidas, que funciona tanto en el transporte de

agua como en el soporte mecánico del tronco y ramas parecen jugar un importante papel en el hábito arbóreo de *D. draco*.

CONCLUSIONES

La identificación de rasgos anatómicos es de gran importancia para comprender la diversidad de la madera, pero también para comprender e interpretar el papel fisiológico de estos rasgos y su función para la supervivencia de las plantas en el medio natural. La "madera" peculiar de *D. draco* es un sistema heterogéneo y multifuncional de células adaptadas para desempeñar funciones en la conducción y almacenamiento de agua y asimilados, en el fortalecimiento mecánico, así como de respuesta frente a las heridas que la planta pueda sufrir.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Juli Caujapé-Castells, director del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" Unidad Asociada al CSIC en Gran Canaria, por permitir la recolección de muestras de troncos/ramas de diferentes ejemplares de dragos, también a los empleados de esta institución por toda su amable ayuda durante mis estancias en este Jardín Botánico. Especialmente agradezco al Dr. Águedo Marrero Rodríguez el interés en mis estudios y el tiempo dedicado a corregir la versión en español de este manuscrito. El apoyo financiero del National Science Centre, Poland (2017/01/X/NZ8/00533) y ACP Jardín Botánico - CCDB permitieron mis viajes de investigación a Gran Canaria.

REFERENCIAS

- ALMEIDA PÉREZ, R.S. 2003.- Sobre la presencia de *Dracaena draco* (L.) L. en Gran Canaria (Islas Canarias): aportación corológica, estado actual y significación biogeográfica. *Botánica Macaronésica* 24: 17-38.
- ALMEIDA PÉREZ, R.S. E. BEECH, 2017.- *Dracaena draco*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017.
- BYSTRÖM, K. 1960.- *Dracaena draco* L. in the Cape Verde Islands. *Acta Horti Gothoburgensis*, 23:179-214.
- CARLQUIST, S. 2012.- Monocot xylem revisited: new information, new paradigms. *The Botanical Review*, 78: 87-153.
- GONZÁLEZ A.G., F. LEN, L. SÁNCHEZ-PINTO, J.I. PADRÓN, J. BERMEJO, 2000.- Phenolic compounds of dragon's blood from *Dracaena draco*. *Journal of Natural Products* 63:1297-1299
- DURÁN I., Á. MARRERO, F. MSANDA, C. HARROUNI, M. GRUENSTAEUDL, J. PATIÑO, J. CAUJAPÉ-CASTELLS & C. GARCÍA-VERDUGO, 2020.- Iconic, threatened, but largely unknown: Biogeography of the Macaronesian dragon trees (*Dracaena* spp.) as inferred from plastid DNA markers. *Taxon* 69 (2): 217-233.

- HALLÉ, F. R., A. A. OLDEMAN, P. B. TOMLINSON, 1978.- *Tropical Trees and Forest: an Architectural Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.
- JURA-MORAWIEC, J. 2015.- Formation of amphivasal vascular bundles in *Dracaena draco* stem in relation to rate of cambial activity. *Trees - Structure and Function*, 29:1493–1499.
- JURA-MORAWIEC, J. 2017.- Atypical origin, structure and arrangement of secondary tracheary elements in the stem of the monocotyledonous dragon tree, *Dracaena draco*. *Planta*, 245: 93-99.
- JURA-MORAWIEC, J. & J. WILAND-SZYMAŃSKA, 2014.- A novel insight into the structure of amphivasal secondary bundles on the example of *Dracaena draco* L. stem. *Trees - Structure and Function*, 28: 871-877.
- JURA-MORAWIEC, J & M. TULIK, 2015.- Morpho-anatomical basis of dragon's blood secretion in *Dracaena draco* stem. *Flora*, 213:1-5.
- JURA-MORAWIEC, J & M. TULIK, 2016.- Dragon's blood secretion and its ecological significance. *Chemoecology*, 26: 101-105.
- KEDROV, G.B. 2012.- Functioning wood. *Wulfenia*, 19: 57-95.
- LANGENHEIM, J. 2003.- *Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany*. Timber Press.
- MARRERO, Á. 2000.- *Dracaena tamaranae*, el género *Dracaena* y otros afines: Análisis morfológico para una aproximación filogenética. *El Museo Canario*, LV: 301-332.
- MARRERO, Á. 2010.- Dragos. *Rincones del Atlántico* 6/7: 130-140.
- MARRERO, A., R.S. ALMEIDA, M. GONZÁLEZ-MARTÍN, 1998.- A new species of the wild Dragon Tree, *Dracaena* (Dracaenaceae) from Gran Canaria and its taxonomic and biogeographic Implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 128: 291-314.
- SARMIENTO, F.O. 2000.- *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito : Ed. Abya-Yala.
- SÁNCHEZ-PINTO, L & R. ZÁRATE, 2010.- Sangre de drago. *Rincones del Atlántico* 6/7: 152-166.
- SYMON, E.D. 1974.- The growth of *Dracaena draco* - dragon's blood tree. *Journal of the Arnold Arboretum* 55:51-58.
- TOMLINSON, P.B. & M.H. ZIMMERMANN, 1967.- The "wood" of monocotyledons. *IAWA Bulletin* 2: 4-24.
- ZIMMERMANN, M.H. & P.B. TOMLINSON, 1970.- The vascular system in the axis of *Dracaena fragrans* (Agavaceae). Distribution of and development of secondary vascular tissue. *Journal of the Arnold Arboretum* 51:478-491.