

RAÍCES AÉREAS DEL DRAGO MACARONÉSICO (*DRACAENA DRACO*) – CRECIMIENTO, ANATOMÍA Y POSIBLE FUNCIÓN

JOANNA JURA-MORAWIEC¹ & ÁGUEDO MARRERO²

¹ 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

² Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo, Unidad Asociada de I+D+i al CSIC, c/ Camino del Palmeral nº 15, Tafira Baja, 35017, Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España. aguedomarrero@gmail.com

Recibido: Septiembre 2021

Palabras clave: Drago macaronésico, *Dracaena draco*, raíces aéreas, morfología, crecimiento periódico, anatomía, Macaronesia

Key words: Dragon tree, *Dracaena draco*, aerial roots, morphology, rhythmic growth, anatomy, Macaronesia

RESUMEN

Las raíces aéreas (RA) de *Dracaena draco* L. (Asparagaceae) pueden crecer del tronco, las ramas o del sistema de raíces subterráneas. La función de RA en *D. draco* no está clara. Esta revisión resume información del crecimiento y las relaciones estructura-función en RA basada en estudios de dragos que crecen en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo- Unidad Asociada de I+D+i al CSIC. La estructura de las RA indica su posible función en la absorción, transporte y almacenamiento de agua atmosférica.

SUMMARY

Aerial roots of *Dracaena draco* L. (Asparagaceae) may grow out from the trunk, the branches and/or the underground root system. Their physiological function is unclear. This review summarizes information on the growth and structure-function relationships of aerial roots based on studies conducted on dragon trees growing in Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo- Unidad Asociada de I+D+i al CSIC. The structure of AR indicates its possible role in the absorption, transport, and storage of atmospheric water.

INTRODUCCIÓN

Dracaena draco L. (Asparagaceae) es una especie endémica y emblemática para Macaronesia (MARRERO *et al.* 1998; ALMEIDA-PÉREZ 2003; MARRERO 2010; DURÁN *et al.*

2020). La forma regular de *D. draco* tiene un solo tronco y una corona o copa en forma de paraguas con las hojas en los extremos de las ramas (SYMON 1974; BEYHL 1995; MARRERO, 2000). El desarrollo de la copa está sujeto a un cierto ritmo y es típicamente simpodial (TOMLINSON & ZIMMERMANN, 1969). La ramificación del tronco se correlaciona con la floración (PÜTTER, 1926; SYMON, 1974; MÄGDEFRAU, 1975; HALLÉ *et al.*, 1978; MARRERO, 2000). Los datos relativos al tiempo de floración, seguidos de ramificación, son dispares. Por ejemplo, SYMON (1974) señaló que ocurre aproximadamente cada 9-10 (14) años, mientras que BYSTRÖM (1960) informó que puede tener lugar cada 10 a 14 (25) años. Según a KRAWCZYSZYN & KRAWCZYSZYN (2016), el momento de la floración de una rama está determinado por la cantidad de luz solar que recibe; las ramas expuestas al sol florecen antes que las sometidas a la sombra. Pero otros factores como el grado de desarrollo de las ramas, la disponibilidad hídrica, etc., pueden ser más decisivos. En cualquier caso, la copa del drago consta de unidades o módulos repetitivos que surgen a lo largo de intervalos de tiempo o periodos de floración mas o menos sincronizados (SYMON, 1974; MARRERO, 2000; KRAWCZYSZYN & KRAWCZYSZYN, 2016). Esta forma de crecimiento regular de los dragos puede estar distorsionada por el desarrollo de órganos adicionales como raíces aéreas (RA). Éstas emergen desde yemas prolécticas, generalmente de la base de las ramas (SYMON, 1974), pero también a lo largo de estas en la parte inferior (BYSTRÖN, 1960).

La función de las RA en *D. draco* no está clara. Se supone que absorben agua de la atmósfera y se inician en respuesta al estrés hídrico o daño (LYONS, 1974; KRAWCZYSZYN & KRAWCZYSZYN, 2014). No obstante, los supuestos sobre el papel de la RA en *D. draco* se basan en observaciones morfológicas. Estas observaciones han permitido distinguir, en principio, dos tipos de RA: las RA masivas, que juegan una función mecánica al agregarse a la circunferencia del tronco (KRAWCZYSZYN & KRAWCZYSZYN, 2014), y las RA pequeñas y delgadas, cuya emergencia se asocia con ciertas modificaciones del cuerpo de la planta, como hojas en menor número y más cortas o ramas más cortas, y se considera que están involucradas en la absorción de humedad de la atmósfera (LYONS, 1974; JURA-MORAWIEC *et al.*, 2021).

En los últimos años se ha realizado un análisis del crecimiento y anatomía de las RA de los dragos macaronésicos que crecen en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo- Unidad Asociada de I+D+i al CSIC. En base a los resultados en parte ya publicados (JURA-MORAWIEC, 2019; JURA-MORAWIEC *et al.*, 2021) aquí presentamos en forma breve los hallazgos, con algunas apreciaciones y con la esperanza de que estimulen más investigaciones en esta área.

MATERIAL Y MÉTODO

La morfología de las RA de los dragos que crecen en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo- Unidad Asociada de I+D+i al CSIC se siguió cuatro veces durante un período de 10 meses (noviembre - agosto) (JURA-MORAWIEC, 2019). En la zona de muestreo las RA de *D. draco* formaron racimos que sobresalen de las ramas, troncos o crecieron del sistema de raíces subterráneas y luego aparecieron en la superficie del suelo (Figura 1. A-D).

La longitud de las RA se midió periódicamente y la estructura se investigó utilizando los protocolos histológicos estándar descritos en detalle en JURA-MORAWIEC *et al.* (2021), que implican cortes manuales en zonas seleccionadas, fijación en FAA y cortes con microtomos

o ultramicrotomos, tinción con PAS, azul de toluidina o safranina O, y examinadas con un microscopio de transmisión Olympus BX41 equipado con una cámara Canon EOS 70D. Secciones delgadas no teñidas se examinaron bajo luz UV con un microscopio fluorescente LED Zeiss Axio.Lab1. Otras muestras fijadas en FAA se examinaron al microscopio electrónico de barrido (MEB) FEI Quanta 200 ESEM.

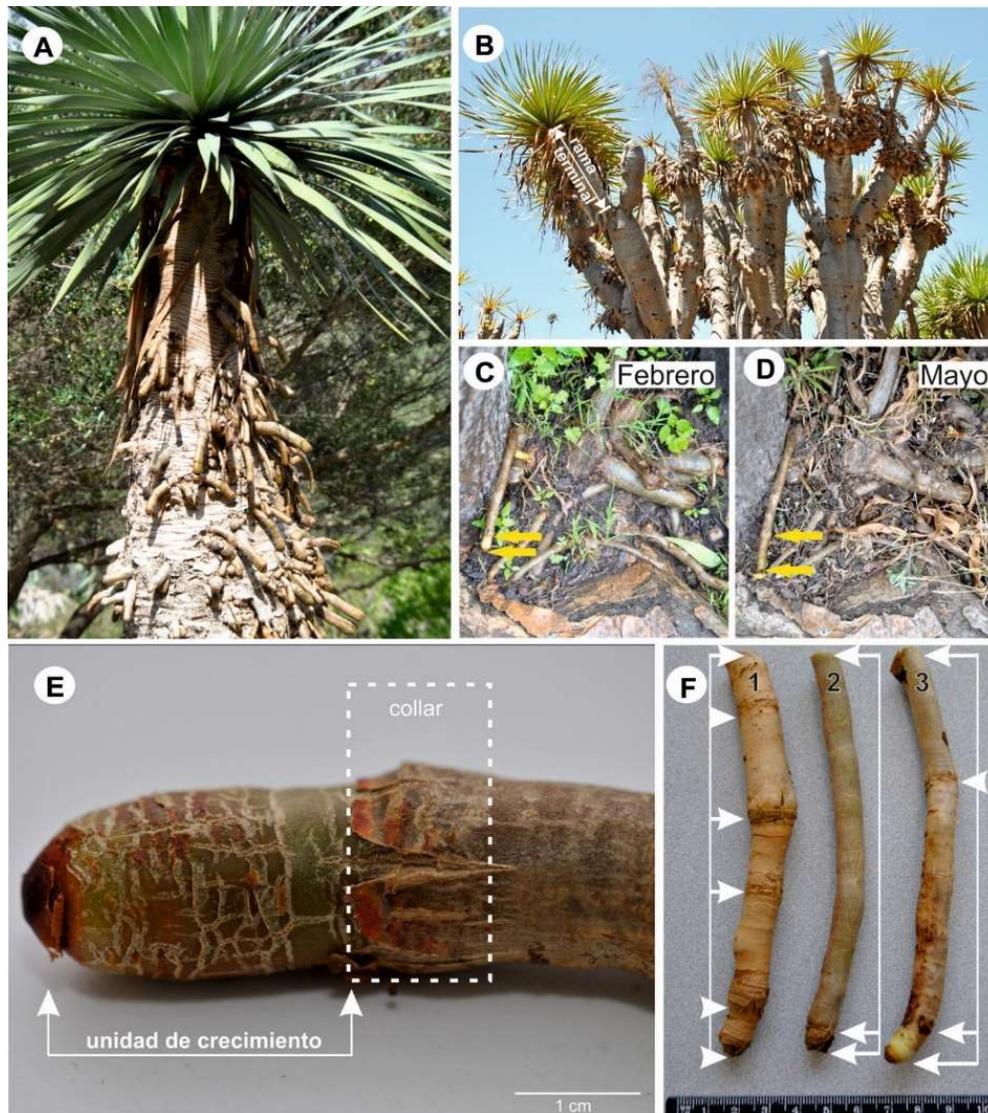


Figura 1.- Posible localización y crecimiento de raíces aéreas (RA) del drago. **A)** RA en tronco. **B)** RA en las ramas. **C-D)** RA en suelo donde crecen desde raíces subterráneas. **E-F)** Vista de cambios en morfología y longitud de RA (marcado con flechas) desde febrero hasta mayo. **E)** Crecimiento periódico de RA marcadas en su superficie. **F)** Variabilidad en largo de las unidades de crecimiento (marcado con flechas) de tres (1-3) RA.

RESULTADOS

Morfología y crecimiento de las raíces aéreas

El crecimiento de las RA es rítmico (JURA-MORAWIEC, 2019) es decir con los períodos alternos de latencia y extensión activa (HALLÉ *et al.* 1978). Basado en la morfología de las RA es fácil distinguir si una determinada RA se encuentra en una fase activa de crecimiento o en un estado inactivo. La parte recién formada de las RA es verde y la punta de raíz de un amarillo pálido (Figura 1C; 1F RA no. 3). Mientras está en la fase inactiva, la superficie de las RA se vuelve marrón grisáceo y la punta es marrón rojiza (JURA-MORAWIEC, 2019) (Figura 1D-E, F RA no. 1-2). El crecimiento periódico de las RA de *Dracaena draco* también suele reflejarse en la superficie de estas. Así, aparecen engrosamientos en forma de collar que representan los restos del tejido que protege la punta de la raíz durante la fase latente (Figura 1E). Como resultado, la superficie de las RA se divide en unidades de crecimiento (Figura 1F).

En el estudio de JURA-MORAWIEC (2019), el máximo crecimiento de la extensión ocurrió durante los meses con mayores precipitaciones totales para el área de estudio (entre diciembre y febrero). Las RA produjeron una sola unidad de crecimiento de longitud media de 3,1 (\pm 1,59) cm. Las observaciones generales de las RA para una planta individual de *D. draco* revelaron que no todas las RA reanudaron el crecimiento, sino que algunas permanecieron en reposo (JURA-MORAWIEC, 2019). Esto sugeriría que el crecimiento de la RA no solo depende de los cambios estacionales, sino que también está determinado por factores internos (BELLINI *et al.* 2014).

Estructura de raíces aéreas en relación con la posible función

Según JURA-MORAWIEC *et al.* (2021), independientemente de la ubicación de las RA en el cuerpo de la planta (en el tronco, en las ramas o desde la raíz del suelo), todas mostraron una organización similar del tejido general; es decir, la rizodermis, debajo de la cual se encontraba el córtex (que comprende hipodermis, parénquima cortical y endodermis), que encierran el cilindro vascular. El cilindro vascular constaba de un periciclo, xilema y floema con médula parenquimatososa (Figura 2A). En la parte basal o proximal, algunas de las RA pueden tener un cilindro de crecimiento secundario pero relativamente delgado (18% del volumen total de RA).

El tejido más externo de la parte apical de la RA depende de la fase de crecimiento (JURA-MORAWIEC, 2019; JURA-MORAWIEC *et al.*, 2021). En la fase activa de crecimiento, la punta de la RA está envuelta por una rizodermis con una capa de pectina superficial. Con el tiempo, la rizodermis se retira gradualmente, de modo que la hipodermis subyacente queda expuesta y finalmente envuelve a la RA en un estado latente. En su superficie característica son visibles numerosas grietas (Figura 2B).

Aunque las RA no poseen un tejido especial para la absorción de agua como el velamen en las orquídeas (HAUBER *et al.*, 2020), la presencia de hipodermis agrietada y una capa de pectina superficial hacen posible la absorción de agua de la lluvia, o de la niebla, tanto en la fase activa como en estado latente de crecimiento. Debido al hecho de que las RA están compuestas principalmente por las células parenquimatosas de paredes delgadas, pueden

considerarse como compartimentos adicionales de almacenamiento de agua, aunque se necesitan más estudios para aclarar este aspecto.

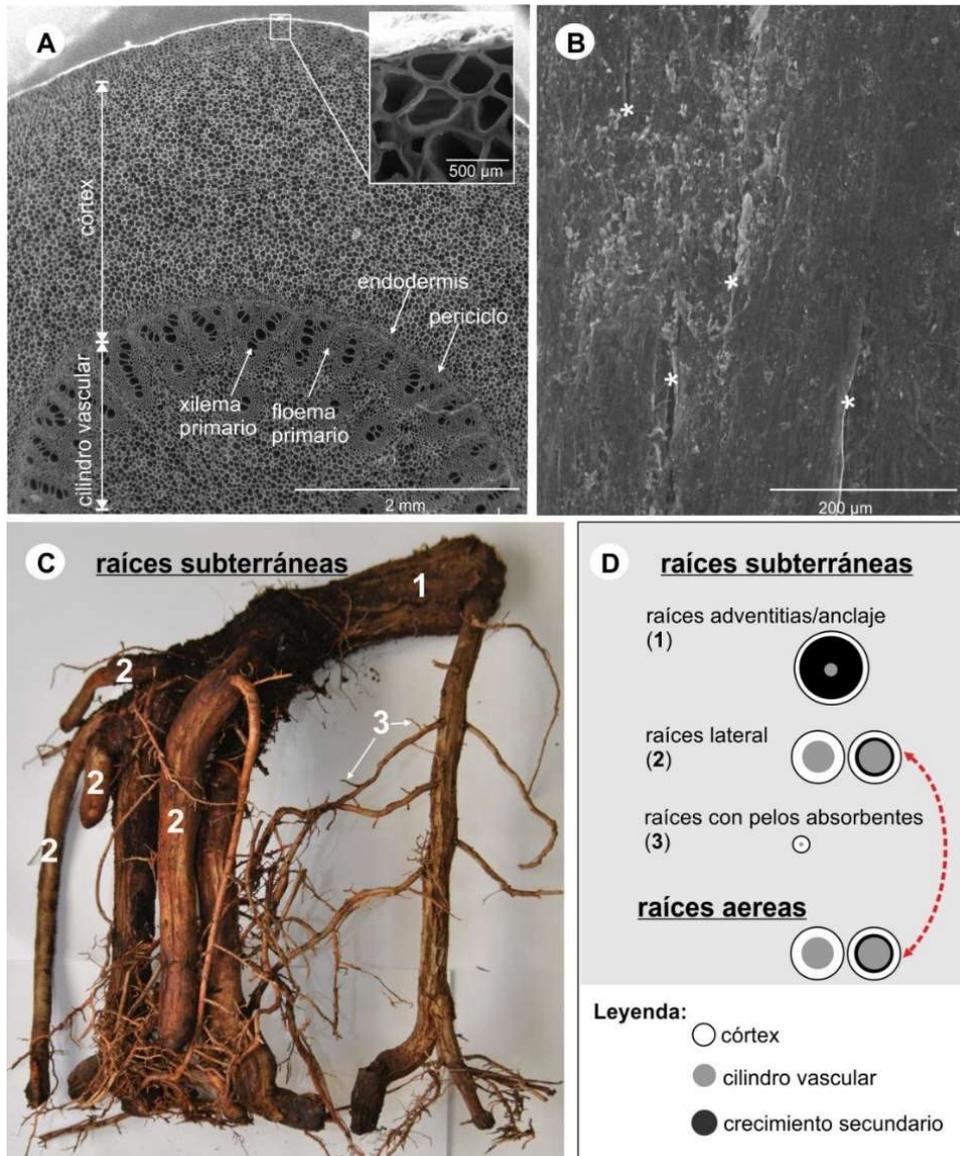


Figura 2. Características de las raíces aéreas (RA) del drago con referencia a las raíces subterráneas. **A)** Vista MEB (microscopía electrónica de barrido) de la sección transversal de la RA. A la derecha, vista ampliada del tejido superficial. **B)** Superficie de la RA al MEB con grietas marcadas con asteriscos. **C)** Clasificación de raíces subterráneas: 1 - raíces adventicias (anclaje), 2 – raíces laterales, 3 – raíces con pelos absorbentes. **D)** Esquema simplificado de la distribución de los tejidos vasculares primarios y secundarios, en secciones transversales de las distintas categorías de raíces subterráneas, con referencia (línea roja) a las RA (desde JURA-MORAWIEC *et al.*, 2021, modificado).

¿Por qué se forman las raíces aéreas?

La respuesta no es simple y directa. Los hallazgos anatómicos apoyan la hipótesis de que el papel de las RA en esta especie es la absorción de humedad de la atmósfera. Normalmente, *D. draco* absorbe y transporta agua del suelo a través del sistema de raíces subterráneas (suelo-planta-atmósfera) y de la atmósfera a través de las hojas (NADEZHDINA & NADEZHDIN, 2017; JURA-MORAWIEC & MARCINKIEWICZ, 2020). Por lo tanto, cuando alguna de estas rutas habituales no funciona correctamente, la planta está sometida a estrés y puede reaccionar mediante la formación de RA que hacen de baipás en la absorción y el transporte de agua. Las RA son similares a las raíces laterales del suelo en cuanto a la distribución de los tejidos primarios y secundarios (Figura 2C-D) y por lo tanto probablemente tienen un papel similar, absorción y transporte de agua (JURA-MORAWIEC *et al.*, 2021).

Vale la pena señalar que las RA surgen en lugares de las ramas y el tronco que indican posibles perturbaciones en el transporte y distribución del agua, como constricciones hidráulicas o daños provocados por factores de naturaleza biótica (plagas de insectos) o abiótica (daño mecánico). A menudo se forman en la base de las ramas, lo que puede indicar la existencia de estrechamientos hidráulicos en estos lugares, es decir, cuellos de botella para la conductividad del agua. El diámetro de la sección transversal en estos lugares, y por lo tanto la proporción cuantitativa de los elementos conductores del xilema, parece menor que fuera de estas constricciones, y esto puede justificar la aparición de una fuente de agua adicional en forma de RA.

La formación de RA en los dragos que crecen en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo también puede estar relacionada con plagas de insectos del grupo de los Dípteros (lapillas, piojillos o cochinillas), especialmente del género *Aonidiella* (CARNERO HERNÁNDEZ & PÉREZ GUERRA, 1986), los cuales provocan daños en una de las rutas habituales de absorción de agua - las hojas, pero esta relación no está clara.

Según BEYHL (1995), las ramas de *D. draco* son unidades auto-similares, repetitivas. Esto lleva a pensar que las ramas terminales (Figura 1B), con las hojas en una punta y las RA en el otro extremo, pueden participar en la propagación vegetativa (BEYHL, 1995; KRAWCZYSZYN & KRAWCZYSZYN, 2014). Por tanto las RA podrían ser también una estrategia para la supervivencia para los dragos que no sobrevivirán en su totalidad, por caída debido a la inestabilidad del terreno o por rotura/enfermedad del tronco.

Por otro lado, las alteraciones en la absorción de agua del suelo por el sistema de raíces, causadas por ejemplo por sobrecalentamiento de las raíces, daño al sistema de raíces, sequía del suelo o sequía fisiológica, puede provocar la aparición de RA en raíces subterráneas cercanas al suelo, donde se dispone de agua de la atmósfera. Vale la pena señalar que en condiciones naturales *D. draco* es una especie solitaria, por lo que la competencia excesiva por los recursos hídricos del suelo debida a la densidad de individuos puede ser también la causa del estrés hídrico y la formación de RA.

CONCLUSIONES

La estructura de las RA indica su función principal de aumentar la superficie de la planta para la absorción, el transporte y el volumen de almacenamiento de agua en condiciones de

estrés, es decir, cuando las rutas normales de absorción del agua (hojas y raíces subterráneas) no funcionan correctamente. Por tanto, se puede suponer que la formación de RA constituye una adaptación que permite mantener la continuidad de la conducción eficiente de agua, decisiva para la supervivencia. Sin embargo, se necesitan más estudios con el objetivo de dilucidar las funciones fisiológicas de la RA y su importancia para la supervivencia de las plantas de *D. draco*.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero del National Science Centre, Poland (2017/01/X/NZ8/00533) y ACP Jardín Botánico - CCDB en Powsin permitió a J.J-M los 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.
- BELLINI, C., D.I. PACURAR & I. PERRONE, 2014.- Adventitious roots and lateral roots: similarities and differences. *Annual Review of Plant Biology*, 65:639-66.
- BEYHL, F.E. 1995.- Two different growth forms of *Dracaena draco* L. (Monocotyledones: Liliales: Agavaceae). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 4:91-95.
- BOS J.J. 1984.- *Dracaena* in west Africa. *Agricultural University Wageningen Papers* 84(1): v + 1-126.
- BYSTRÖM, K. 1960.- *Dracaena draco* L. in the Cape Verde Islands. *Acta Horti Gothoburgensis*, 23:179-214.
- CARNERO HERNÁNDEZ A. & G. PÉREZ GUERRA, 1986.- *Cóccidos (Homóptera: Coccoidea) de las Islas Canarias. Coccids (Homoptera: Coccoidea) of the Canary Islands*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 85 pp.
- 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.
- HAUBER, F., W. KONRAD, A. ROTH-NEBELSICK, 2020.- Aerial roots of orchids: the velamen radicum as a porous material for efficient imbibition of water. *Applied Physics A*, 126:885.
- JURA-MORAWIEC, J. 2019.- Rhythmic growth and age estimation of aerial roots of *Dracaena draco* (Asparagaceae). *Trees - Structure and Function*, 29:1493-1499.
- JURA-MORAWIEC, J. & J. MARCINKIEWICZ, 2020.- Wettability, water absorption and water storage in rosette leaves of the dragon tree (*Dracaena draco* L.). *Planta*, 252:30.
- JURA-MORAWIEC, J., P. MONROY, Á. MARRERO, M. TULIK.- 2021.- Aerial root structure and its significance for function in *Dracaena draco*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40:486-493.
- KRAWCZYSZYN, J. & T. KRAWCZYSZYN, 2014.- Massive aerial roots affect growth and form of *Dracaena draco*. *Trees - Structure and Function*, 28:757-768.
- KRAWCZYSZYN, J. & T. KRAWCZYSZYN, 2016.- Photomorphogenesis in *Dracaena draco*. *Trees - Structure and Function*, 30:647-664.
- LYONS, G. 1974.- In search of dragons or: the plant that roared. *Cactus and Succulent Journal*, 46:267-282.
- MÄGDEFRAU, K. 1975.- Das Alter der Drachenbäume auf Tenerife. *Flora Bd.*, 164: 347-357.
- MARRERO, Á. 2000.- *Dracaena tamaranae*, el género *Dracaena* y otros afines. Análisis morfológico para una aproximación filogenética. *El Museo Canario LV*: 301-332.
- Botánica Macaronésica* 32: 125-132 (2023) ISSN 0211-7150 (impreso), ISSN 2792-6184 (en línea)

- MARRERO, Á. 2010.- Dragos. *Rincones del Atlántico* 6/7: 130-140.
- MARRERO, Á., 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.
- NADEZHINA, N. & V. NADEZHIN, 2017.- Are *Dracaena* nebulophytes able to drink atmospheric water? *Environmental and Experimental Botany*, 139: 57-66.
- PÜTTER A. 1926.- Das Alter der Drachenbäumen auf Tenerife. *Die Naturwissenschaften*, 14: 125-129.
- 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, 1969.- Vascular anatomy of monocotyledons with secondary growth - an introduction. *Journal of the Arnold Arboretum* 50: 159-179.