



Especies con acción antioxidante en el Jardín Botánico de Pinar del Río Species with antioxidant action in the Botanical Garden of Pinar del Río

Zenia Acosta Ramos*, Magdiel Villate Gómez y Roberto Novo Carbó

Palabras claves: metabolitos, antioxidante, Pinar del Río
Key words: metabolites, antioxidant, Pinar del Río

Recibido: 28/11/2013

Aceptado: 15/02/2014

RESUMEN

Se presentó una lista de 88 especies que presentan metabolitos con acción antioxidante de 40 familias que forman parte de las colecciones del Jardín Botánico de Pinar del Río. De estas 40 (45,5%) son consideradas frutales, 39 (44,3%) son árboles, 32 (36,3%) son arbustos, una (1,1%) es sufrutice, 10 (11,4%) hierbas y seis (6,8%) lianas. El tipo biológico, de 22 (25%) son micro-mesofanerófitas, 20 (22,7%) micro-fanerófitas, 14 (15,9%) mesofanerófitas, 12 (13,7%) nanofanerófitas, seis (6,8%) megafanerófitas, tres (3,4%) caméfitas, tres (3,4%) geófitas, tres (3,4%) lianas herbáceas, tres (3,4%) lianas leñosas y dos (2,3%) terófitas. En cuanto a la corología 26 (29,5%) son Paleotropicales, 21 (23,9%) Neotropicales, una (1,1%) Pantropical, 22 (25%) Caribeños, 18 (20,5%). Son endemismos 23 especies, que se comportan de la manera siguiente: cinco (27,7%) son de Cuba, cuatro (22,2%) de Cuba oriental, nueve (50%) de Cuba occidental y cinco (27,7%) de Pinar del Río. Del total de especies 35 (39,7%) son introducidas; mientras 30 son autóctonas.

ABSTRACT

It was presented a list of 88 species that have metabolites with antioxidant action of 40 families that are part of the collections of the Botanical Garden of Pinar del Río. Of this 40 (45,5%) are considered fruit-bearing, 39 (44,3%) are trees, 32 (36,3%) are bushes, one (1,1%) is sufrutice, 10 (11,4%) grasses and six (6,8%) lianas. The biological type, of 22 (25%) are micro-mesofanerófitas, 20 (22,7%) micro-fanerófitas, 14 (15,9%) mesofanerófitas, 12 (13,7%) nanofanerófitas, six (6,8%) megafanerófitas, three (3,4%) caméfitas, three (3,4%) geófitas, three (3,4%) herbaceous lianas, three (3,4%) woody lianas and two (2,3%) terófitas. About the corology 26 (29,5%) are Paleotropical, 21 (23,9%) Neotropical, one (1,1%) Pantropical, 22 (25%) Caribbean, 18 (20,5%) are endemic 23 species that behave in the following way: five (27,7%) are from Cuba, four (22,2%) of oriental Cuba, nine (50%) of western Cuba and five (27,7%) of Pinar del Río. Of the total of species 35 (39,7%) are introduced; while 30 are autochthonous.

* Autor para correspondencia. jbpr@vega.inf.cu
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Delegación Territorial Pinar del Río, Centro de Investigaciones y

Servicios Ambientales Ecovida, Jardín Botánico de Pinar del Río. Km 1½ Camino Hoyo al Guamá. Pinar del Río, CP 20100E

INTRODUCCIÓN

Los metabolitos son sustancias producidas por acción del metabolismo o que son necesarias para este proceso. Los primarios son necesarios para los procesos vitales, mientras los secundarios no tienen rol directo en el crecimiento o la reproducción de un organismo (Diccionario Mosby 1999). Los metabolitos secundarios de las plantas son compuestos químicos sintetizados que cumplen funciones no esenciales, aunque intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente. A diferencia de los primarios, tienen una distribución restringida, pues a veces solo aparecen en una especie o un grupo de ellas, por lo que muchos son útiles en Botánica Sistemática.

La mayoría de los metabolitos secundarios cumplen funciones de defensa contra predadores y patógenos, actúan como agentes alelopáticos (se liberan para ejercer efectos sobre otras plantas), o atraer a los polinizadores o a dispersores de semillas (Swain 1973; Levin 1976, Cronquist 1977). Continuamente están siendo revaluados en el contexto de las interacciones ecológicas; además de desarrollarse estudios para buscar nuevas drogas, antibióticos, insecticidas y herbicidas; además de aplicaciones industriales.

Los metabolitos secundarios son moléculas antioxidantes, capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras, que pueden producir radicales libres donde aparecen reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes quitan intermediarios de radicales libres e inhiben otras reacciones de oxidación, al oxidarse ellos mismos. En las plantas las especies reactivas del oxígeno se producen durante la fotosíntesis bajo condiciones de alta intensidad lumínica (Krieger-Liszkay 2005). Este efecto es compensado en parte por la implicación de carotenoides en la fotoinhibición, lo que implica que estos antioxidantes reaccionan con las formas sobre-reducidas de los centros de reacción fotosintéticos y de tal modo previenen la producción de superóxidos (Szabo, Bergantino & Giacometti 2005).

Las plantas tienen un importante rol en el mantenimiento de la salud humana, debido a que los meta-

bolitos antioxidantes proporcionan protección contra los radicales libres o especies reactivas de oxígeno (Sánchez Mojarrieta, 2012). Muchos metabolitos de las plantas tienen la habilidad de atrapar estas especies reactivas, reduciendo el estrés oxidativo de forma directa y ofrecen una protección indirecta. Numerosos estudios en animales se han realizado contra el daño oxidativo, reportando que los antioxidantes tienen efectos beneficiosos (García Bacallao *et al.* 2001).

Se conocen metabolitos en las plantas de amplio consumo en el planeta, tales como: olivo, ajo, arroz, café, coliflor, brócoli, jengibre, perejil, cebolla, cítricos, tomates, semilla de la uva, té, romero; pero se desconocen la de muchos vegetales, sobre todo las especies silvestres autóctonas y muy en especial las endémicas, sobre todo las exclusivas del occidente cubano y la provincia.

Por la importancia que presentan el conocimiento de las plantas que cuentan con metabolitos antioxidantes y la necesidad de investigar sus posibilidades de uso, se brinda información sobre las existentes en colecciones *ex situ* del Jardín Botánico de Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de los inventarios de plantas en colecciones del Jardín Botánico de Pinar del Río, determinadas a partir de la Flora de Cuba (León, 1946; León y Alain, 1951; Alain 1953, 1957, 1962 y 1974) y la Flora de la República de Cuba (Greuter ed 1998, 2000, 2002; Greuter & Rankin eds 2004). Se consideran especies con metabolitos de acción antioxidante, las propuestas por García Bacallao *et al.* (2001) y la Fundación EROSKI (2006). El tipo biológico se determina por Raunkiaer (1934), su distribución tanto en Cuba como en el exterior se determinó a partir de los geoelementos de Borhidi (1996); mientras las amenazas por Berzain *et al.* (2005) y Urquiola *et al.* (2010).

RESULTADOS

El Jardín Botánico de Pinar del Río no solo tiene como función formar parte del cinturón verde de la

ciudad y servir para el entretenimiento y el ocio de los pobladores a través de excursiones y recorridos. Sus colecciones representan un genofondo activo para realizar conservación integrada *ex situ-in situ*, con áreas protegidas y otras instituciones dedicadas a proteger y conservar la naturaleza del país, además contribuye con científicos de cualquier rama de las ciencias a obtener simientes o partes de los vegetales existentes, que se obtienen a través del cultivo en la propia institución, para realizar investigaciones botánicas, forestales, químicas, bioquímicas, farmacéuticas, medicas u otras.

En sus colecciones aparecen especies que cuentan con metabolitos de acción antioxidante representados por 40 familias con 57 géneros, donde existen 88 especies (Tabla 1). De ellas 40 (45,5%) son consideradas frutales. Árboles 39 (44,3%), arbustos 32 (36,3%), hierbas 10 (11,4%), lianas seis (6,8%) y sufrútice una (1,1%); lo que coincide con los hábitos representativos de la flora cubana (Berazaín *et al.*, 2005). Por tipo biológico, 22 (25%) son micro-mesofanerófitas; 20 (22,7%) micro-fanerófitas; 14 (15,9%) mesofanerófitas; 12 (13,7%) nanofanerófitas, 6 (6,8%) megafanerófitas; de igual forma 3 (3,4%) son caméfitas, 3 (3,4%) neófitas, 3 (3,4%) lianas herbáceas; 3 (3,4%) lianas leñosas y 2 (2,3%) terófitas.

En cuanto a su distribución fuera de Cuba, 26 (29,5%) son Paleotropicales, 21 (23,9%) Neotropicales, una (1,1%) Pantropical, 22 (25%) Caribeños y 18 son endémicas cubanas que representan el 20,5% del total de especies listadas. Las especies introducidas son 35 (39,8%); de ellas 1 (2,9%) del Surcaribe, 12 (34,3%) del Neotrópico, 10 (28,6%) del Paleotrópico, siete (20%) de Asia, tres (8,6%) de la India y dos (5,7%) de África. La distribución en Cuba se comporta de la manera siguiente: cinco Pancubanas, cuatro de Cuba oriental, nueve de Cuba occidental y cinco de Pinar del Río, lo que se corresponde con lo planteado por (Berazaín *et al.* 2005) referido a que en los extremos de la isla se encuentran las zonas de más alta diversidad vegetal y en consecuencia mayor número de endemismos.

Aunque se mantiene dentro de las colecciones el manejo *ex situ* de las 88 especies presentes, se realiza mayor énfasis en los cinco endemismos provinciales, *Annona elliptica* R. E. Fries, *Illicium cubense subsp. guajaibonense* N. N. Imkhanitskaya, *Juglans jamaicensis subsp. insularis* (Griseb.) H. Scharschm., *Psidium cymosum* Urb. y *Piper guahacabibense* Borhidi, los cuales forman parte del manejo integrado *ex situ; in-situ*, en conjunción con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Pinar del Río.

Tabla 1. Lista de especies con metabolitos antioxidantes cultivadas en el Jardín Botánico de Pinar del Río. Endémico de Pinar del Río (PR), Endémico Cubano (C), Endémico de Cuba occidental (CO), Endémico de Cuba occidental-central (COC), Endémico de Cuba oriental (COOr), Frutal (F)

Familia	Especie	F	Hábito	Corología	Tipo biológico
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	Árbol	Neotropical	Micro- mesofa
	<i>Annona glabra</i> L.	X	Arbusto	Caribe	Micro- mesofa
	<i>Annona elliptica</i> R.E.Fries		Arbusto	PR	Micro-fanerófitas
Annonaceae	<i>Annona bullata</i> A.Rich.		Arbusto	C	Micro- mesofa
	<i>Annona reticulata</i> L.	X	Árbol	Neotropical	Micro- mesofa
	<i>Annona squamosa</i> L.	X	Arbusto	Neotropical	Micro- mesofa
Aquifoliaceae	<i>Ilex bahiahondica</i> (Loes.) P. A. González		Árbol	COC	Micro- mesofa
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.		Árbol	Neotropical	Megafanerófitas
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	X	Árbol	Neotropical	Mesofanerófitas
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	X	Árbol	Paleotropical	Mesofanerófitas
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	X	Arbusto	Neotropical	Micro-fanerófitas

Tabla 1. Lista de especies con metabolitos antioxidantes cultivadas en el Jardín Botánico de Pinar del Río.(cont.)

Familia	Especie	F	Hábito	Corología	Tipo biológico
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	X	Hierba	Neotropical	Caméfitas
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent		Árbol	Neotropical	Megafanerófitas
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> Haw.	X	Hierba	Caribe	Nanofanerófitas
Clusiaceae	<i>Garcinia aristata</i> (Griseb.) Borhidi	X	Árbol	COC	Micro-mesofanerófitas
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	X	Árbol	Paleotropical	Mesota-rosulada
	<i>Terminalia eriostachya</i> A.Rich.		Árbol	C	Mesofanerófitas
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	X	Liana	Paleotropical	Liana herbácea
	<i>Cucumis melo</i> L.	X	Liana	Paleotropical	Liana herbácea
	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	X	Liana	Paleotropical	Liana herbácea
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan		Árbol	Caribe	Micro-mesofanerófitas
	<i>Erythroxylum minutifolium</i> Griseb.		Arbusto	Caribe	Micro-fanerófitas
	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.		Arbusto	Caribe	Micro-fanerófitas
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	X	Árbol	Paleotropical	Micro-mesofa
	<i>Phyllanthus orbicularis</i> H. B. K.		Arbusto	Caribe	Nanofanerófitas
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.		Hierba	Paleotropical	Terófitas
Hypericaceae	<i>Hypericum styphelioides</i> A. Rich. <i>subsp. styphelioides</i> A. Rich		Arbusto	C	Nanofanerófitas
Illiciaceae	<i>Illicium cubense subsp. guajaibonense</i> N. N. Imkhanitskaya		Arbusto	PR	Micro-fanerófitas
Juglandaceae	<i>Juglans jamaicensis subsp. insularis</i> (Griseb.) H. Schaarschm.	X	Árbol	PR	Meso-fanerófitas
Lauraceae	<i>Cinnamomum elongatum</i> (Nees) Kosterm.		Árbol	Caribe	Micro-mesofanerófitas
	<i>Persea americana</i> Mill.	X	Árbol	Neotropical	Micro-mesofanerófitas
Liliaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Buró.F.		Hierba	Paleotropical	Terófitas
Loganiaceae	<i>Strychnos grayi</i> Griseb.		Liana	Caribe	Liana Leñosa
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	X	Arbusto	Neotropical	Micro-fanerófitas
	<i>Malpighia horrida</i> Small		Arbusto	Caribe	Nanofanerófitas
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.		Arbusto	Neotropical	Micro-fanerófitas
	<i>Hibiscus costatus</i> A.Rich.		Arbusto	Caribe	Nanofanerófitas
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.		Arbusto	Paleotropical	Nanofanerófitas
	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	X	Sufrútice	Paleotropical	Nanofanerófitas
	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa		Árbol	Neotropical	Micro-mesofanerófitas
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss		Árbol	Paleotropical	Micro- mesota
Mimosaceae	<i>Acacia lebbek</i> (L.) Willd.		Árbol	Neotropical	Micro- mesota
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.		Arbusto	Pantropical	Micro-fanerófitas
	<i>Acacia latisiliqua</i> (L.) Willd.		Árbol	Caribe	Mesofanerófitas
	<i>Entada giga</i> (L.) Fawc. & Rendle		Liana	Paleotropical	Liana leñosa
	<i>Mimosa saman</i> Jacq.		Árbol	Neotropical	Mesofanerófitas

Tabla 1. Lista de especies con metabolitos antioxidantes cultivadas en el Jardín Botánico de Pinar del Río.(cont.)

Familia	Especie	F	Hábito	Corología	Tipo biológico
Mimosaceae	<i>Mimosa viva</i> L.		Hierba	Caribe	Caméfitas
	<i>Mimosa pudica</i> L.		Hierba	Neotropical	Caméfitas
	<i>Mimosa pellita</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		Arbusto	Pantropical	Mesofanerófitas
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	X	Árbol	Paleotropical	Micro-mesota
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.		Hierba	Paleotropical	Neófitas
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) Berg.	X	Arbusto	Caribe	Micro-fanerófitas
	<i>Pimenta odiolens</i> (Urb.) Burret.		Árbol	COR	Micro-fanerófitas
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	X	Árbol	Caribe	Micro-mesofa
	<i>Psidium cymosum</i> Urb.	X	Arbusto	PR	Micro-fanerófitas
	<i>Psidium guajava</i> L.	X	Arbusto	Neotropical	Micro-fanerófitas
Myrtaceae	<i>Psidium salutare</i> (H.B.K.) Berg.	X	Arbusto	Caribe	Nanofanerófitas
	<i>Psidium sartorianum</i> (Berg.) Niedz.	X	Arbusto	Caribe	Micro-mesofanerófitas
	<i>Syzygium cumini</i> Skeels	X	Árbol	Paleotropical	Megafanerófitas
	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook		Árbol	Neotropical	Megafanerófitas
Phytolacaceae	<i>Petiveria allicea</i> L.		Hierba	Neotropical	Nanofanerófitas
Pinaceae	<i>Juniperus saxicola</i> Britt. y Wilson.		Árbol	COR	Micro-fanerófitas
	<i>Pinus maestrensis</i> Bisse		Árbol	COR	Mesofanerófitas
	<i>Pinus cubensis</i> Griseb.		Árbol	COR	Mesofanerófitas
	<i>Pinus tropicalis</i> Moric. (Morelet)		Árbol	CO	Mesofanerófitas
	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var <i>caribaea</i>		Árbol	ECO	Megafanerófitas
	<i>Juniperus lucayana</i> Britton		Árbol	Caribe	Micro-mesofanerófitas
Piperaceae	<i>Piper guanahacabicense</i> Borhidi		Arbusto	EPR	Nanofanerófitas
	<i>Piper auritum</i> Kunth		Arbusto	Caribe	Nanofanerófitas
	<i>Piper aduncum</i> subsp. <i>ossanum</i> (C. DC.) Saralegui		Arbusto	EP	Nanofanerófitas
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritana</i> Lam.	X	Arbusto	Paleotropical	Micro-fanerófitas
Rosaceae	<i>Prunus occidentalis</i> Sw.		Árbol	Caribe	Megafanerófitas
	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urban		Árbol	EP	Mesofanerófitas
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	X	Arbusto	Paleotropical	Micro-fanerófitas
	<i>Genipa americana</i> L.	X	Árbol	Caribe	Micro-mesofanerófitas
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	X	Arbusto	Paleotropical	Micro-fanerófitas
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swing.	X	Arbusto	Paleotropical	Micro-fanerófitas
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	X	Arbusto	Paleotropical	Micro-fanerófitas
	<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm.	X	Árbol	Paleotropical	Micro-mesofanerófitas
	<i>Citrus x aurantium</i> L.	X	Árbol	Paleotropical	Micro-mesofanerófitas
	<i>Citrus máxima</i> Burm.	X	Árbol	Paleotropical	Micro-fanerófitas
Salicaceae	<i>Salix caroliniana</i> Michx.		Árbol	Caribe	Mesofanerófitas
	<i>Manilkara valenzuelana</i> (A. Rich.) T. D. Penn		Árbol	Caribe	Micro-mesofanerófitas
	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	X	Árbol	Neotropical	Micro-mesofanerófitas
Sterculiaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	X	Arbusto	Neotropical	Micro-fanerófitas
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet.	X	Árbol	Neotropical	Mesofanerófitas
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>	X	Liana	Paleotropical	Liana leñosa
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.		Hierba	Paleotropical	Geófitas
	<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.		Hierba	Paleotropical	Geófitas

CONCLUSIONES

- De las 88 especies con metabolitos de acción antioxidante existentes en el Jardín Botánico de Pinar del Río, el 45% es incorporado a la dieta como frutal.
- De las especies cultivadas en el Jardín Botánico de Pinar del Río con presencia de metabolitos con acción antioxidante, cinco son endemismos provinciales en las que se realizan mayor énfasis con el objetivo de fomentar la conservación integrada *ex situ-in situ*.

BIBLIOGRAFÍA

- Alain Hno. 1953. Flora de Cuba Tomo III, Dicotiledóneas. Contribuciones Ocasionales del Museo Historia Natural. Colegio De La Salle 13.
- Alain Hno. 1957. Flora de Cuba Tomo IV. Dicotiledóneas. Contribuciones Ocasionales del Museo Historia Natural. Colegio De La Salle 16.
- Alain Hno. 1962. Flora de Cuba Tomo V. Universidad de Río Piedras, Puerto Rico.
- Alain Hno. 1974. Flora de Cuba. Suplemento. Instituto Cubano del Libro. La Habana.
- Berazaín Iturralde R, Areces Berazaín F, Lazcano Lara JC, González-Torres LR. 2005. Lista Roja de la flora vascular cubana. Documentos 4. Jardín Botánico Atlántico, Gijón.
- Borhidi A. 1996. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Cronquist A. 1977. "On the taxonomic significance of secondary metabolites in angiosperms". *Plant Syst Evol.*, suppl 1: 179-189.
- Diccionario Mosby. 1999. Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud. Ediciones Hancourt SA .
- EROSKI Fundacion.2006. Antioxidantes. Alimentación contra el envejecimiento. (Última modificación).
- García Bacallao L, García Gómez LV, Rojo Domínguez DM, Sánchez García E. 2001. Plantas con propiedades antioxidantes. *Revista Cubana de Investigación Biomédica* (3): 231-5.
- Greuter W (editor). 1998. Flora de la República de Cuba, Fascículo 2. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Greuter W (editor). 2000. Flora de la República de Cuba, Fascículo 3. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Greuter W (editor). 2002. Flora de la República de Cuba, Fascículo 6. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Greuter W, Rankin Rodríguez R (editores). 2004. Flora de la República de Cuba. Fascículo 9. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Krieger-Liszky A. 2005. Singlet oxygen production in photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 56 (411): pp. 337-346.
- León Hno. 1946. Flora de Cuba Tomo I. Contribuciones Ocasionales. Museo Historia Natural Colegio De La Salle 8. Imprenta Cultural S.A. La Habana.
- León Hno, Alain Hno. 1951. Flora de Cuba Tomo II. Contribuciones Ocasionales. Museo Historia Natural Colegio De La Salle 10. Imprenta P. Fernández y Cia SC. La Habana.
- Levin, DA. 1976. "The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores". *Ann Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-159.
- Raunkiaer C. 1934. Life forms of plant and statistical plant Geography. Oxford of the Clarendon press.
- Sánchez Mojarrieta MS. 2012. Estrés oxidativo por radicales libres. ¿Amigos o enemigos? Hermanos Loy-naz. Pinar del Río.
- Swain T. (editor). 1973. Chemistry in evolution and systematics. Butterworth, Londres.
- Szabó I, Bergantino E, Giacometti G. 2005. Light and oxygenic photosynthesis: energy dissipation as a protection mechanism against photo-oxidation. *EMBO Rep* 6 (7): pp. 629-634.
- Urquiola AJ, González-Oliva L, Novo Carbó R, Acosta Ramos Z. 2010. Libro Rojo de la Flora Vascular de Pinar del Río. Publicaciones Universidad de Alicante, España.